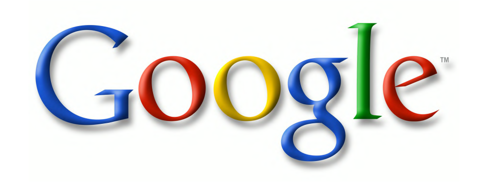
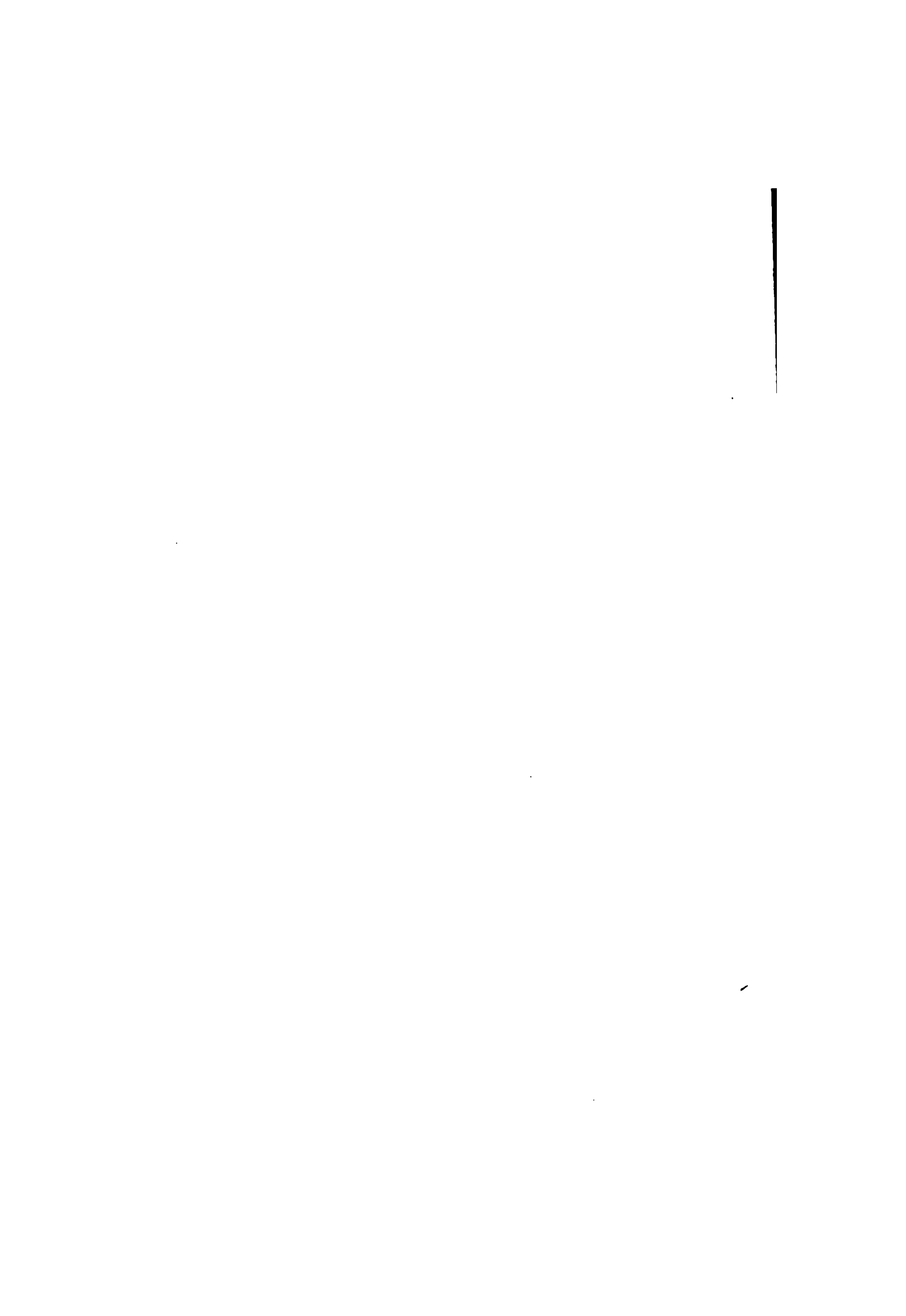




ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME III.

IMPRIMERIE DE Ve THUA
rue du Cloître St-Benoît, n°

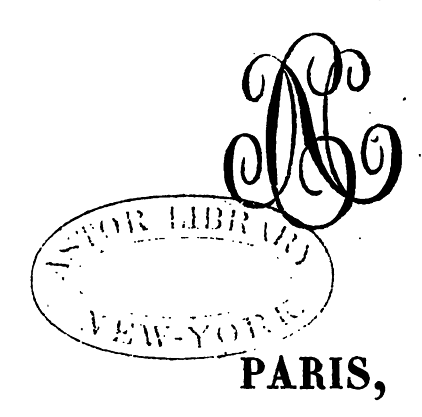
ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO.

TOME TROISIÈME.



PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16;
et rue de Sorbonne, n° 3.

1830.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

SEPTEMBRE 1816.

Expériences relatives à la fabrication des Savons durs.

PAR M. COLIN.

ON doit à MM. Pelletier, d'Arcet et Le Lièvre un travail important sur la fabrication des savons; ils y font connaître les divers degrés de tendance à la saponification que possèdent les corps gras et huileux, et ils les rangent à cet égard dans l'ordre suivant :

Les huiles d'olive et d'amande douce sont les plus saponifiables.

Les huiles animales, telles que le suif, la graisse, le beurre et l'huile de cheval occupent le second rang.

Les huiles de colza et de navette viennent ensuite;

Puis les huiles de faîne et d'œillet; mais il serait nécessaire de les mêler avec l'huile d'olive ou avec les graisses animales pour en obtenir des savons durs.

Les huiles de poisson sont encore moins saponifiables, et demandent à être mélangées comme les précédentes pour fournir un savon solide.

L'huile de chenevis l'est moins encore.

Enfin, les huiles de noix et de lin occupent le dernier rang. Ces trois dernières ne donnent jamais que des savons pâteux, gras et gluans; et d'ailleurs il convient de laisser les huiles de chenevis et de lin pour les savons mous, et l'huile de noix pour les peintures et les vernis, quoique cette dernière pût aussi être employée à la fabrication des savons en pâte.

Il résulte encore de leurs expériences que les savons de potasse, même ceux préparés avec l'huile d'olive, sont constamment pâteux; mais qu'il est facile de convertir celui d'huile d'olive en savon dur, au moyen du muriate ou du sulfate de soude; et que, dans ce traitement, il s'opère une double décomposition d'où résulte un savon de soude et un sel de potasse. M. Frémy a été plus loin à cet égard, en faisant voir que la matière grasse extraite d'un savon dur ne donnait jamais qu'un savon mou quand on la combinait à la potasse.

Jusque là toutes ces expériences, en éclairant la fabrication des savons, laissaient beaucoup à désirer sous le rapport de la théorie; M. Chevreul l'a découverte, et M. Braconnot a ajouté plusieurs faits intéressans au travail de M. Chevreul. Ce dernier établit, dans trois Mémoires successifs, que la graisse est composée de deux substances distinctes, d'une substance grasse qui ne se

fond qu'à 38°, et par conséquent moins fusible que la graisse, et d'une huile fluide de 7 ou 8°, qui toutes deux se saponifient en donnant lieu aux mêmes produits, savoir : la margarine (matière grasse particulière), une graisse fluide et le principe doux des huiles ; et que cette margarine et cette graisse fluide décomposent les sous-carbonates, et rougissent la teinture de tournesol comme le ferait un acide. Enfin M. Chevreul y établit clairement que l'oxigène de l'air ne joue aucun rôle dans cette saponification, ce qui est contradictoire à ce que l'on croyait avant lui. Il n'a pas non plus reconnu d'acide carbonique parmi les produits de cette opération, et, en cela, l'action de la potasse sur l'axonge différerait beaucoup de celle de l'oxide de plomb sur l'huile d'olive, qui a constamment fourni à M. Frémy de l'acide carbonique pendant tout le cours de l'expérience.

M. Braconnot a fait voir ensuite, et par un autre moyen, celui de la congélation aidée de la pression, que la graisse de porc, la moelle de bœuf, celle de mouton, le beurre fondu, la graisse d'oie, celle de canard et de dindon, l'huile d'olive, celles d'amande et de colza, et le suif lui-même, sont composés, en différentes proportions, d'une matière fluide huileuse, et d'une espèce d'adipocire qui offre des variétés selon qu'elle a été retirée de telle ou telle de ces substances (1).

---

(1) Un de mes amis, M. Coessin, avait depuis long-temps opéré la décomposition du beurre dans le laboratoire de M. Thenard; mais, pour l'opérer, il se servait de la cristallisation, c'est-à-dire qu'après avoir fondu le beurre à 66°, il le faisait refroidir très-lentement, et celui-ci se divisait alors

M. Braconnot a de plus indiqué l'acide sulfurique concentré comme un moyen prompt et économique de rendre les huiles et les graisses susceptibles de former sur-le-champ, avec des alcalis, des savons parfaits.

Pour moi, je n'ai pas à la vérité employé l'acide sulfurique à une aussi haute dose que M. Braconnot; mais aussi, loin d'être d'accord avec lui en ce point, j'ai trouvé que l'huile de colza, qui avait été purifiée par l'acide sulfurique, était loin de donner un aussi beau savon que celle que j'avais employée encore vierge. Néanmoins elle m'a offert une particularité remarquable, et dont je vais rendre compte.

---

en cristaux sphériques graisseux, et en une huile fluide qu'il en séparait par décantation : cette huile conservait l'odeur et le goût du beurre dont elle était retirée. Lorsqu'il refroidissait rapidement la matière butireuse, la séparation n'avait pas le temps de s'opérer, et il obtenait un beurre qui, au lieu de présenter les caractères du beurre fondu, avait au contraire les propriétés de celui dont il provenait. Il le privait ensuite du contact de l'air, et le conservait ainsi pendant long-temps sans altération. Il avait même eu le soin de mettre à part le lait de beurre qui s'en était séparé pendant la fusion, et après l'avoir fait épaissir à un feu ménagé, il le soustrayait ainsi au contact de l'air, afin de le mêler au beurre purifié, et de rendre celui-ci tout-à-fait semblable à ce qu'il était d'abord, en y ajoutant un peu d'eau.

Enfin, il avait aussi reconnu que le lait pouvait être converti en beurre immédiatement au sortir du pis de vache, et qu'il avait alors une saveur beaucoup plus fraîche et beaucoup plus agréable.

1re *Expérience*. Cette huile ayant la propriété de communiquer de l'odeur et de la couleur aux savons que j'avais formés avec elle, je pensai qu'il serait possible d'éviter l'une et l'autre à l'aide d'un courant d'air et de vapeurs aqueuses; j'en séparai en effet, de cette manière, une certaine quantité de matière colorante brunâtre qui se dissolvait dans l'eau à mesure qu'elle se condensait, et je fis disparaître l'odeur complètement. Ayant abandonné cette huile à elle-même pendant plusieurs jours d'été, elle se convertit en une masse blanche, composée de globules entre lesquels on voyait encore les parties fluides.

2e *Expérience*. Cet essai ayant été exécuté de la même manière sur une huile de colza qui n'avait éprouvé aucun traitement antérieur, il me fut impossible d'y observer aucune séparation; mais la température ayant été abaissée au-dessous de zéro, il se forma au sein du liquide un groupe de cristaux blancs sphériques, dont quelques-uns gros comme des petits pois, d'un aspect gras, et dont on aurait pu facilement séparer le liquide par décantation. Néanmoins la masse solide était loin de faire la majeure partie du mélange, ainsi qu'il en avait été dans la précédente expérience.

3e *Expérience*. Bientôt après je fus encore à même de renouveler cette séparation par une autre voie. J'avais pris 245 grammes (huit onces) d'huile de colza, telle qu'on la sépare de la graine; je l'avais traitée plusieurs fois par l'alcool pour lui enlever ce qu'elle pouvait contenir d'huile volatile; puis je l'avais mêlée avec une portion de la lessive caustique provenant de 367 grammes (douze onces) de soude du commerce, en suivant la mé-

thode usitée en pareil cas : j'agissais d'ailleurs au bain-marie et dans un vase de porcelaine. Quand le savon se fut une fois grumelé spontanément, j'y introduisis une assez forte dose de sel, et je jetai le tout sur un linge propre, après l'avoir laissé un peu refroidir ; le refroidissement continuant sur le filtre, le savon y devint très-dur et très-cassant : pour le liquide filtré, c'était une eau salée au fond de laquelle était une poudre d'un vert brunâtre, et sur cette eau étaient 61 grammes (deux onces) d'une huile non saponifiée, et, comme nous allons le dire tout à l'heure, très-difficilement saponifiable. Je n'oserais affirmer que l'huile ainsi séparée était de la même nature que la partie fluide et huileuse dans laquelle étaient plongés les cristaux sphériques et gras dont j'ai parlé précédemment ; je serais porté à croire le contraire ; mais j'imagine qu'elle n'en différait qu'en ce qu'elle était complètement purgée du corps graisseux dont l'autre devait encore être imprégnée, comme il arrive aux eaux-mères dans lesquelles des cristaux salins viennent de se former.

4e *Expérience*. Depuis, mais bien long-temps après, et connaissant alors les travaux de M. Braconnot, j'ai soumis à la gelée l'huile de colza dans son état naturel : le froid étant trop violent, tout s'est pris en masse ; je l'ai liquéfié par une douce chaleur, et je l'ai exposé à un froid moins rude. Quand j'ai cru l'y avoir laissé un temps suffisant pour qu'il se fût fait une séparation, j'ai crevé la surface, et, renversant le vase, j'en ai fait sortir une portion liquide, mais peu abondante ; car, sur 612 gram. (vingt onces) d'huile environ que l'on avait soumise à la gelée, il ne s'en était guère séparé que 122 grammes

(quatre onces) qui avaient échappé à cette congélation ménagée. Je ne suis pas éloigné de croire, d'après les précédentes expériences, que, si avant de tenter la séparation j'avais encore soumis cette huile à de semblables alternatives de température, la séparation se fût opérée plus aisément et plus nettement.

Quoi qu'il en soit, comme je n'avais pas précisément pour but de faire des recherches théoriques, mais bien d'avancer, si je le pouvais, la fabrication des savons, ou plutôt de mieux préciser l'influence des opérations dont elle se compose, je continuai, à cet effet, les expériences que j'avais déjà commencées.

5[e] *Expérience*. Je repris les 61 grammes (deux onces) de l'huile qui avait résisté à la saponification dans la troisième expérience; cette huile me parut très-propre à la combustion et par conséquent à l'éclairage; car elle brûlait vivement, sans résidu et sans répandre beaucoup d'odeur ni de fumée; je la mis en contact avec la lessive caustique provenant de près de 245 grammes (huit onces) de soude du commerce, et, après une demi-heure d'ébullition, elle était encore intacte, à un 6[me] ou 8[me] près, qui nageait çà et là dans la liqueur, sous la forme de savon. Cependant, comme j'avais remarqué que de nouvelle lessive en concrétait toujours un peu plus, j'ajoutai de l'eau de chaux en petite quantité, 2 cuillerées, sur 49 gr. d'huile qui avait été pendant un jour en digestion avec une dissolution assez concentrée, contenant 8 grammes de soude à la chaux : la combinaison se fit alors, et j'obtins, après quelque temps et lorsque la masse fut refroidie, un savon assez blanc et qui se durcit très-vite : il pesait, étant frais, 65 grammes; son odeur

était presque nulle, même pendant sa dessiccation; il était d'ailleurs assez blanc, et depuis sa couleur a peu varié. Je croirais, d'après cela, que l'huile dont il s'agit ici (et qui jouit, relativement à la saponification, d'une propriété si remarquable) est la partie liquide des huiles dont a parlé M. Braconnot, mais dans un état de pureté beaucoup plus grand que celui dans lequel il l'a obtenue; et je tire en même temps cette conclusion que la chaux possède un pouvoir saponifiant beaucoup plus considérable que la soude, et probablement que la potasse.

6ᵉ *Expérience*. Pour connaître mieux l'énergie saponifiante de la chaux, je pris trois onces d'huile de lin, parce que tous les auteurs s'accordent à la regarder comme la moins susceptible de donner des savons durs, et je la mêlai à autant de chaux vive réduite en poudre très-fine au moyen du pilon. L'action ne se décidant pas sensiblement à froid, je fis tiédir le mélange en l'agitant; mais comme il en résultait peu d'effet, j'y ajoutai de l'eau, et l'action se propagea assez rapidement, surtout à l'aide de l'ébullition. Il en résulta un savon insoluble que je traitai par l'eau et le sous-carbonate de soude; mais l'eau, après avoir bouilli assez long-temps et avoir été décantée, contenait peu de savon en dissolution, soit que l'excès de carbonate de soude fût trop grand, ou, ce qui revient au même, qu'il n'y eût pas assez de véhicule; car la densité des liqueurs salines s'oppose à la dissolution des savons, puisqu'elle est en effet la cause de leur précipitation quand ils sont dissous par l'eau. En conséquence, et pour aller plus rapidement, je traitai le résidu par l'acide muriatique; j'en séparai une matière grasse, col-

lante et presqué solide comme du beurre, qui pesait 153 grammes (cinq onces) après avoir été lavée : je la traitai par la soude caustique et je la convertis ainsi en savon ; le savon résultant pesait 176 gram. (cinq onces $\frac{3}{4}$); il était presque inodore, légèrement coloré en jaune, solide, mais encore un peu gras ; il me paraissait manquer d'alcali : cependant en se séchant il acquit plus de consistance. Ainsi j'obtins réellement avec l'huile de lin un savon qui avait quelque dureté ; et j'aurais sans doute encore mieux réussi si j'eusse répété et varié mes expériences à cet égard. Quoi qu'il en soit, il me parut clair, d'après cela, que l'eau était nécessaire pour déterminer l'union de l'huile et de la chaux.

7e *Expérience.* Je pris en conséquence de l'huile d'œillet ; j'y versai de l'eau de chaux : il en résulta d'abord une forte émulsion ; puis, en continuant d'y ajouter de cette eau, je parvins à l'épaissir, mais non à lui enlever toute fluidité. Au moins est-il vrai qu'un litre d'eau de chaux ne produisit pas d'autre effet sur une cuillerée d'huile d'œillet. Néanmoins, en faisant bouillir cette huile, ainsi épaissie, avec une dissolution de potasse à la chaux, j'obtins de cette manière un savon qui, étant ensuite décomposé par le muriate de soude, devint susceptible de se concréter et de présenter une certaine dureté. Dans une autre expérience, l'huile de noix se comporta à peu près de la même manière avec l'eau de chaux.

8e *Expérience.* J'ai fait voir, dans la 7e expérience, qu'il était possible de convertir l'huile d'œillet en savon dur, sans addition d'aucun autre corps gras ou huileux; mais comme cette expérience laissait quelque chose à

désirer, particulièrement sous le rapport de la netteté, je voulus examiner l'influence de la potasse en pareille circonstance ; et, pour connaître mieux jusqu'où allait son pouvoir, je fis choix de l'huile de noix, qui est, à peu de chose près, aussi peu saponifiable que l'huile de lin. Je pris donc 61 grammes (deux onces) de cette huile; je pris aussi 61 grammes de potasse du commerce, et l'ayant rendue caustique par la chaux, je partageai sa lessive en trois parts d'inégale causticité, ainsi que cela se pratique ordinairement pour les savons durs, et je procédai à la cuite du savon de potasse. Lorsqu'il fut bien homogène, et qu'il présenta l'apparence d'un mucilage un peu épais en le retirant du feu, j'y ajoutai 61 gram. (deux onces) de sel marin dissous dans trois verres d'eau, et je poussai l'évaporation de manière à ce que la bassine étant refroidie et le savon enlevé, il n'y eût plus en liquide qu'environ $\frac{1}{3}$ de verre. La bassine fut ensuite lavée, et le savon, après avoir été égoutté, y fut remis avec un demi-verre d'eau, afin d'enlever ce qui pouvait y rester de muriate de potasse ; puis, l'ayant refroidi et enlevé avec l'écumoir, je le fondis avec 38 grammes (dix gros) d'eau, et je le coulai. Enfin, il en résulta un savon dont la dureté, augmentant par degrés, permit de l'employer aux mêmes usages et de la même manière que les autres savons durs.

9e *Expérience*. Je voulus savoir alors ce qui arriverait à la même huile que l'on traiterait directement par une lessive de soude caustique. J'employai les mêmes doses et le même mode de traitement dont on se sert habituellement dans la fabrication des savons de soude ; mais je ne pus jamais la coaguler, quoique je lui ajou-

tasse deux fois plus de sel marin qu'on n'en emploie ordinairement pour l'huile d'olive placée dans les mêmes circonstances. Je ne poussai pas plus loin l'expérience : elle avait été faite par MM. Pelletier, d'Arcet et Lelièvre, qui n'en avaient retiré, d'après leurs expressions, qu'un produit impropre *aux savonnages à la main.* Conséquemment l'action de la potasse, en cette circonstance comme en nombre d'autres, l'emporte encore sur celle de la soude.

10e, 11e *Expériences.* Dans deux expériences calquées sur la huitième, les huiles de colza et de chenevis donnèrent successivement des résultats analogues.

12e *Expérience.* Je pris du savon mou du commerce; je le fis dissoudre, puis je le traitai par le sulfate de chaux : j'obtins un savon insoluble que je décomposai par le sous-carbonate de soude. Les premières eaux n'enlevèrent que le sous-carbonate de soude excédant; les dernières seules emportèrent en dissolution un savon que je coagulai à l'ordinaire; ensuite je le fondis et je le coulai. Il était assez consistant, mais il paraissait manquer de liant; sa blancheur était altérée par une teinte grisâtre, et il avait de plus une odeur d'emplâtre. Il eût mieux valu sans doute décomposer directement le savon mou par le sel de soude. Cet essai est d'ailleurs à peu près le même que ceux du n° 6 et du n° 9.

13e *Expérience.* On a vu, dans la sixième expérience, comment les eaux qui provenaient du traitement du savon de chaux par le sous-carbonate de soude n'avaient pu dissoudre qu'une faible quantité de savon. Je fus curieux d'examiner ce qu'elles en pouvaient contenir; je les repris : elles me présentèrent un sédiment

blanc fort peu abondant, et quelques nuages qui flottaient dans la liqueur. Je les fis rapprocher : le sédiment devint plus considérable. Je les filtrai, puis je les évaporai jusqu'à pellicule. Je versai alors dans le liquide chaud une dissolution concentrée de sel marin ; ce qui coagula tellement le savon, qu'il se prit ensuite, par le refroidissement, en un solide très-consistant, et auquel il fallut ajouter de la soude caustique afin de pouvoir le redissoudre et le couler. Il en résulta 7 grammes de savon qui, joints aux 176 grammes de la 6ᵉ expérience, firent 184 grammes (six onces). D'un autre côté, le sédiment blanc, qui était encore visqueux, en contenait au moins 7 grammes ; et comme il s'en est perdu pendant toutes ces manipulations, on peut évaluer la perte totale à 14 grammes (un peu moins d'une demi-once). Il résulte donc de cette expérience et de l'essai n° 3, que l'on peut obtenir le savon aussi dur qu'on le veut, en y mettant le sel d'une manière convenable ; mais qu'il faut prendre garde de le durcir trop, de crainte que les eaux qu'il surnage ne retiennent de l'alcali en pure perte.

Enfin, l'on voit encore, par cette expérience, que l'on peut employer le carbonate de soude à la décomposition des savons insolubles.

14ᵉ *Expérience.* Comme tous les savons qui ne proviennent pas de l'huile d'olive s'obtiennent difficilement sans couleur, et que d'ailleurs, si on les obtient d'abord blancs, fussent-ils éblouissans de blancheur, ils se colorent promptement, et la plupart fortement, et qu'ils se rancissent tous plus ou moins, il devenait important de rechercher comment on pourrait parer à cet inconvénient : je fis donc à cet égard plusieurs essais. Je de-

sirai connaître d'abord l'influence des proportions de soude; à cet effet, dans une de mes expériences à ce sujet, je mis en alcali un cinquième en sus des proportions ordinaires, et je l'employai à la saponification d'une huile de colza purifiée par l'acide sulfurique : il en résulta un savon qui, au sortir de la mise, était d'un blanc sale; en se séchant il devint promptement vert, et il prit une odeur forte et désagréable, qu'on lui ôta en le lavant à sa superficie; mais en se séchant de nouveau il en reprit un peu, et sa couleur passa au bistre foncé.

15[e] *Expérience*. La même expérience fut répétée sur une huile de colza encore vierge, et en augmentant la dose d'alcali de moitié en sus de ce qu'elle est ordinairement; le savon qui en provint était déjà coloré quoique récent, et il prit bientôt une couleur bistre très-foncée; il était d'ailleurs assez bon. Cette observation, jointe à la 14[e] expérience, fait voir qu'un grand excès d'alcali est, dans ce cas, un obstacle à la blancheur du savon. En effet, des expériences faites depuis sur l'huile de colza encore intacte, et en se renfermant dans les proportions usitées, n'ont point donné de savons fortement colorés; ce qui s'accorde fort bien avec les expériences de MM. Pelletier, d'Arcet et Lelièvre, qui ont obtenu un savon d'un jaune citrin, par conséquent assez peu coloré, en traitant l'huile de colza par une lessive provenant d'un poids égal de soude du commerce.

Je ne jugeai pas alors à propos de répéter les expériences avec un excès d'huile, pensant que le savon ne pourrait plus alors servir à enlever les matières grasses

dont les tissus peuvent être imprégnés ; mais je compte y revenir sous un autre point de vue.

16e *Expérience.* Je traitai de l'huile de colza encore intacte par plus de huit fois son volume de chlore dissous dans l'eau ; elle perdit son odeur, en prit une faible d'huile de noix, devint parfaitement blanche, et s'épaissit de manière à devenir presque solide. Cela fait, je la traitai par la dose prescrite et à la manière accoutumée ; le produit de cette opération fut un savon d'un assez bon usage, très-blanc, mais qui ne tarda pas à prendre une couleur café au lait et une odeur de rance insupportable.

17e *Expérience.* Cette expérience ayant été répétée, mais en traitant la même huile avec une dissolution de chlore qui était seulement égale à huit fois son volume, j'eus un bon savon dont l'odeur était presque nulle et de couleur beurre frais.

18e *Expérience.* Je repris l'huile de la première expérience, c'est-à-dire, ses deux produits, l'huileux et le graisseux (on se rappelle que je lui avais enlevé toute mauvaise odeur et une matière colorée); je la traitai à l'ordinaire par la soude du commerce, et j'en obtins d'assez beau savon ; il se grena avec une facilité remarquable. Après avoir été coulé, il était d'abord d'un blanc jaunâtre ; sa couleur prit bientôt une teinte grise assez légère, dans laquelle il persista ; son odeur était presque nulle et point désagréable ; il était d'ailleurs un peu gras.

19e *Expérience.* Je mis dans une terrine une portion de l'huile qui avait subi, dans la 2e expérience, l'action de l'air et de l'eau ; je la saponifiai par la méthode usitée ; il en résulta un savon de bonne qualité, d'une blancheur

éblouissante étant frais, mais qui se colora très-légèrement en jaune, au moins à la superficie; il était d'ailleurs très-dur et savonnait très-bien. Une couleur brune s'y développa au moment de le couler; ce qui donne à penser qu'il avait été légèrement brûlé.

20e *Expérience.* Le savon de la 3e expérience ayant été achevé d'après les règles ordinaires, le résultat fut un corps d'abord blanc, assez ferme et sans odeur bien sensible. Cependant, au bout de quelques jours, il jaunit et prit un peu d'odeur; mais sa couleur et son odeur n'augmentèrent point : il offrait cette particularité que, dans son intérieur, il ressemblait à de la mie de pain.

21e *Expérience.* J'ai depuis expérimenté sur la partie la plus congelable de l'huile qui avait servi à l'essai n° 4, et, en la traitant simplement au moyen de la soude et sans changer les proportions, j'en ai obtenu de très-bon savon sans aucune odeur, et plus blanc qu'aucun des précédens.

22e *Expérience.* Enfin, j'ai traité de la même manière la partie la moins congelable de la même huile, et le savon qui en est résulté m'a paru de bonne qualité; son odeur est nulle ou à peu près; sa couleur est celle du café au lait, et quoiqu'elle ne soit pas très-intense, ce produit est cependant bien plus coloré que ceux des expériences 17, 18 et 20; ce qui prouve que la partie colorante de l'huile de colza a suivi de préférence celle qui ne s'est point congelée. Le savon du n° 21 est donc le seul qui m'ait paru ne laisser rien à désirer.

Ces expériences ayant semblé répondre à mon attente, celle d'obtenir un savon blanc de l'huile de colza, je m'y suis en effet borné. Cependant il m'a paru que l'eau était

un principe nécessaire à la blancheur des savons; en effet, toutes les fois que j'ai fait fondre sans addition d'eau de beau savon de Marseille, et quelques précautions que j'aie prises, il s'est constamment coloré; et l'on remarque aussi que les savons de toilette transparens, qui proviennent d'une solution alcoolique de savon évaporée à siccité, sont tous colorés en jaune-brun.

23e *Expérience.* Ces mêmes expériences répondaient également bien au désir que j'avais d'obtenir des savons sans odeur. Cependant quelques-uns d'entre ceux-là même manifestèrent une odeur assez forte dans le courant de leur dessiccation (1); mais elle finit par se dissiper pour celui du n° 18 avant sa dessiccation complète, et ce ne fut que bien long-temps après qu'il en fut ainsi pour celui du n° 17. Voulant donc le priver de cette odeur avant le temps où il deviendrait marchand, c'est-à-dire, avant l'expiration des trois mois qu'il doit rester au séchoir, j'exécutai ce que MM. Pelletier, d'Arcet et Lelièvre avaient seulement indiqué, et voici comment je m'y pris : j'avais réservé à cet effet une portion du savon n° 17, et ayant aromatisé avec quelques gouttes d'essence de lavande l'eau nécessaire pour le fondre et le couler, j'opérai en effet cette fusion, et je ne le coulai qu'après y avoir ajouté environ 2 gros de sel par livre de savon, parce que sans cela un savon que l'on coule pour la seconde fois prend difficilement la consistance désirable; il se présente plutôt sous la forme d'une gelée très-épaisse et très-difficile à dessécher : c'est au moins ce que deux ou trois expériences m'ont fait connaître. Toutefois le savon

(1) Ceux des nos 17 et 18.

qui en résulta fut encore moins coloré que devant, et répandit en se séchant une odeur agréable, qu'il conserva encore un peu étant sec.

Action du sel sur les savons.

Il m'a paru en outre qu'il était nuisible d'introduire ou de laisser dans les savons une certaine quantité d'un sel; c'est ce qui est particulièrement arrivé aux échantillons n°s 17 et 24; car il est venu effleurir à leur surface une petite quantité de carbonate de soude, qui était un peu plus forte pour celui du n° 17. Cette observation est en effet complètement d'accord avec ce que M. Chaptal nous apprend dans sa *Chimie appliquée*, savoir, que certains détaillans conservent, dans une dissolution de sel marin, le savon qui contient un excès d'eau, afin de s'opposer à sa dessiccation; mais que cette pratique, outre qu'elle est un vol, est encore vicieuse en ce que le savon qu'on en retire contracte bientôt une mauvaise odeur par son exposition à l'air.

24e *Expérience.* Enfin, j'ai des raisons de croire, d'après ces divers essais, que si les savons frais étaient bien aérés, et dans les circonstances les plus favorables à la dessiccation, ils ne prendraient point d'odeur, ni peut-être de couleur, s'ils étaient primitivement blancs, et qu'on eût d'ailleurs suivi les précautions qu'indiquent les précédentes expériences. J'ai, en effet, posé sur une planche une brique de savon pareille à celle du n° 20, et l'ayant du reste, autant que possible, exposée à l'action de l'air, je n'ai pu observer aucune mauvaise odeur dans la partie aérée; mais la partie inférieure, qui n'avait point eu le contact de l'air, avait contracté une odeur très-

désagréable, qu'elle a perdue ensuite en la mettant dans les mêmes circonstances que le reste de la brique.

Il est aussi bien remarquable que la coloration était beaucoup plus intense sur les arêtes de la brique que dans le reste de la surface, où elle était presque nulle; car le savon était blanc intérieurement. Cela semble prouver qu'il reste encore ici un peu de matière colorante qui est en dissolution dans l'humidité du savon; qu'elle y est d'abord insensible; mais qu'entraînée par l'humidité et déposée par elle aux points où se fait principalement l'évaporation, c'est-à-dire, à la surface et particulièrement aux angles, elle s'y accumule et y devient de plus en plus sensible. On pourrait cependant supposer aussi que cela tient seulement à une plus grande dessiccation dans les points de plus grande évaporation, l'eau étant nécessaire à la blancheur; mais s'il en était ainsi, tout se trouverait à la longue également coloré, et cela n'a pas lieu.

Les résultats que j'ai obtenus sont sans doute bien imparfaits; mais il me semble qu'ils offrent plusieurs observations intéressantes, et qui par cela même méritent d'être notées. Je crois donc avoir établi,

1°. Que l'action simultanée de l'air et de la vapeur aqueuse enlève l'odeur des huiles, les blanchit, les dispose à la saponification, et produit surtout le phénomène remarquable d'une séparation entre une partie très-saponifiable et une partie qui l'est très-peu; que cette séparation exige pourtant, pour avoir lieu, ou un traitement antérieur par l'acide sulfurique, ou un abaissement de température;

2°. Que la partie liquide des huiles peut être obtenue pure par une saponification ménagée ;

3°. Que l'eau est d'une absolue nécessité dans la formation des savons ; car la chaux même ne se combine pas aux huiles sans cet intermède ; et M. Chaptal a fait observer, dans sa *Chimie appliquée*, qu'il est quelquefois nécessaire d'ajouter de nouvelle eau aux cuites de savon, afin que la liaison se fasse bien ;

4°. Que le sel a non-seulement l'avantage de substituer de la soude à la petite dose de potasse que contiennent les soudes du commerce, mais qu'il durcit en outre le savon aussi fortement qu'on le veut, en le privant partiellement ou totalement de son eau et d'une portion de soude en excès qui paraît nécessaire à sa dissolution. En sorte qu'il faut prendre garde de le durcir trop vite et trop fort, de crainte qu'il ne soit mal dégorgé, que les eaux qu'il surnage ne retiennent de l'alcali en pure perte; que le savon, étant entièrement privé d'eau, ne soit coloré, et qu'il n'y ait peut-être un commencement d'altération dans le principe saponifiable. Ainsi la blancheur et la solidité d'un savon dur dépendent, toutes choses égales d'ailleurs, de la manière dont il se dégorge des eaux colorées où il a pris naissance. Or, si la densité de ces eaux est trop faible, le savon ne se raffermit pas assez pour être bien dégorgé ; et si elle est trop forte, il se resserre trop, ou, ce qui n'est pas moins nuisible, l'extérieur étant saisi avant l'intérieur, il peut y rester de l'eau-mère interposée. Le dégorgement ne dépend donc pas seulement de la quantité d'eau expulsée, mais encore de la manière dont elle a été expulsée ;

5°. Qu'en augmentant la dose d'alcali, on apporte un

obstacle à la blancheur des briques de savon, en même temps qu'on leur donne une mauvaise odeur, et, à ce qu'il m'a paru, une moindre dureté;

6°. Que l'eau de chaux joue, dans la saponification, un rôle remarquable, en ce qu'elle prépare la saponification des huiles qui paraissent se refuser à toute combinaison avec la soude et la potasse; que par conséquent on ne saurait refuser une influence à la petite quantité de chaux que la dissolution de soude emporte avec elle; que son action ne peut cependant être expliquée par la décomposition du carbonate de soude à mesure qu'il se forme; car, en mettant un grand excès de soude très-caustique, le savon ne s'en forme pas davantage;

7°. Que les sels de soude décomposent très-bien les savons des autres bases; en sorte qu'on peut toujours convertir les savons insolubles en savons solubles, et les savons mous en savons durs, au moyen d'une double décomposition, ou, ce qui revient au même, d'un échange entre les bases;

8°. Que l'on peut obtenir avec toutes les huiles des savons solides et assez durs pour pouvoir être employés *aux savonnages à la main*;

9°. Qu'en enlevant aux huiles leur mucilage, on obtient des savons de moindre qualité, et qui paraissent manquer de tenacité, ainsi qu'il résulte de l'expérience n° 11, et de quelques autres que je n'ai pas citées;

10°. Que la partie solide des huiles donne des savons supérieurs en qualité, sous le rapport de la blancheur, de l'odeur et de la densité, tandis que, par la congélation, la partie colorante paraît se fixer dans ce qu'on

pourrait appeler l'*huile-mère*; mais qu'il faut remarquer que, de tous les savons que j'ai eu occasion de préparer dans les précédentes manipulations, ceux obtenus par double décomposition étant exceptés, il n'en est pas un seul qui ne flotte sur l'eau, ou du moins il n'en est pas un seul qui puisse en gagner le fond; en sorte qu'on pourra toujours les distinguer par ce moyen.

11°. Je dois ajouter encore, en thèse générale, que les savons m'ont paru plus beaux et surtout plus difficiles à altérer, lorsque les huiles n'avaient pas été préalablement soumises à l'action d'un autre corps pondérable.

12°. Enfin, il m'a paru en outre que le suif de ces huiles diverses doit fournir des savons de meilleure qualité; qu'il est presque sûr que ce suif doit être plus abondant dans les portions d'huile qui coulent les dernières, et qu'il serait probablement nécessaire de suivre, à cet égard, la pratique employée généralement pour les olives, qui consiste à réserver l'huile de marc pour la fabrication des savons; et il est en effet reconnu par les savonniers qu'indépendamment de son bas prix, elle est aussi plus propre à cette opération.

Supplément pour l'éclaircissement de plusieurs objets dans la Dissertation de M. Berzelius : analyse de quelques minéraux trouvés dans les environs de Fahlun.

(Faisant suite à la Dissertation imprimée dans le vol. XVI de *Schweiger*, p. 241, et donnée par extrait dans le dernier Cahier de ce journal.)

Art. Ier. *Analyse de la gadolinite par M.* J. Berzelius.

On trouve à Ytterby, aussi-bien qu'à Finbo et Broddbo, des gadolinites qui ne se comportent pas toujours de la même manière au chalumeau. Toutes ont cependant une propriété commune que je n'ai point encore vue décrite dans les Manuels de minéralogie, et que le docteur Wollaston m'a fait dernièrement remarquer à Londres : elle consiste en cè que, si l'on chauffe lentement et d'une manière égale un morceau de gadolinite à la flamme du chalumeau, il rougit promptement à une certaine température, comme s'il prenait feu, et l'incandescence se propage avec d'autant plus de rapidité qu'il a été chauffé plus également. La gadolinite n'a plus alors les mêmes propriétés : sa couleur noire s'est changée en un gris clair verdâtre, et l'eau régale, qui la dissolvait en quelques minutes, ne l'attaque plus sensiblement, même en plusieurs mois. Ce sont des phénomènes semblables à ceux que présentent quelques antimoniates. L'incandescence n'est pas également vive, ni accompagnée des mêmes apparences, dans toutes les gadolinites : elle est très-sensible et se propage avec rapidité dans celles qui con-

servent leur forme ; et dans celles qui se gonflent comme le borax, on peut à peine l'observer.

Mes recherches m'ont fait découvrir dans la gadolinite un principe nouveau, l'oxide de cérium. Il n'est pas étonnant qu'il ait échappé à ceux qui ont analysé ce minéral avant moi ; car ses rapports avec l'yttria sont si frappans et ses différences si peu marquées, qu'il se présente difficilement des occasions de soupçonner sa présence. La meilleure méthode pour découvrir si l'yttria en contient est, d'après mes expériences, la suivante : On fait rougir fortement la terre dans un creuset découvert, et si elle contient du cérium, elle prend une couleur de rouille ; on la dissout ensuite dans l'acide nitrique concentré, et la couleur rouge ou orange de la dissolution est un nouvel indice de la présence du cérium ; enfin, si, après avoir étendu le liquide d'un volume égal d'eau, on y ajoute un petit morceau de sulfate de potasse, et qu'il s'y forme, au bout de quelque temps, un précipité d'une couleur blanche ou d'un jaune clair, on peut être assuré que c'est du sulfate triple de protoxide ou de peroxide de cérium.

Pour séparer complètement l'yttria de l'oxide de cérium, j'ai eu recours à un grand nombre de réactifs précipitans ou dissolvans : aucun cependant n'a rempli mon attente, parce que les deux oxides se précipitent ou se dissolvent en même temps. Le moyen dont je suis le plus satisfait consiste à les convertir en sulfates triples de potasse, qui ne jouissent pas de la même solubilité, surtout dans l'eau chargée de sulfate de potasse, qui dissout à peine le sulfate triple de cérium. Après avoir fait rougir les deux oxides et en avoir déterminé le poids, on les dissout dans

l'acide nitrique ; on évapore pour chasser l'excès d'acide ; on ajoute au résidu un poids d'eau égal à 100 ou 150 fois celui de l'yttria, et on met dans la dissolution des cristaux de sulfate de potasse. Ce sel se dissout d'abord sans qu'il en résulte de précipité; mais bientôt le liquide commence à se troubler : au bout de douze heures, on décante la portion claire, et on la laisse encore douze heures avec une nouvelle portion de sulfate de potasse, dans la crainte que tout le précipité ne se soit pas formé d'abord. On sépare le précipité du liquide par le filtre ; et on le lave avec une petite quantité d'eau saturée de sulfate de potasse. Le liquide contient l'yttria, et le précipité l'oxide de cérium à l'état de sel triple. On dissout ce dernier en versant de l'eau bouillante sur le filtre, et on précipite l'oxide de cérium au moyen de l'ammoniaque caustique. Le nouveau précipité, après avoir été bien lavé sur le filtre, est rougi et pesé. Ce n'est pas encore de l'oxide de cérium pur ; il contient un peu d'acide sulfurique, et pour l'en débarrasser, il faut le dissoudre dans l'acide muriatique bouillant et ajouter du muriate de baryte (1).

Pour obtenir l'yttria, on précipite sa dissolution par l'ammoniaque caustique ; on la lave bien, on la fait

---

(1) La petite quantité d'acide sulfurique retenue par l'oxide de cérium après sa calcination, et qui ne s'élève pas à $\frac{1}{300}$, me paraît provenir uniquement d'un peu de sulfate de potasse qui n'aura pas été emporté par les lavages, ou de ce que la calcination n'a pas été assez prolongée ; car il est contraire à la théorie des proportions définies qu'il puisse rester une aussi petite quantité d'acide sulfurique, combinée avec l'oxide de cérium. R.

rougir fortement dans un vaisseau ouvert et on la pèse. Elle sera, ou d'un jaune clair à cause de l'oxide de cérium qu'elle contient, et qu'il serait très-difficile de séparer entièrement par d'autres moyens, ou d'un brun noir si la gadolinite contenait du manganèse. En la dissolvant dans l'acide nitrique concentré, le manganèse reste et retient ordinairement l'oxide de cérium.

Après ces observations, je passe à l'analyse des gadolinites de Finbo et de Broddbo.

3,333 grammes de gadolinite de Finbo, pulvérisée, mais non calcinée, ont été dissous dans l'acide nitro-muriatique, et il est resté $0^g,833$ de silice pure.

La dissolution, neutralisée avec l'ammoniaque, a donné avec le succinate d'ammoniaque un précipité d'oxide de fer qui, converti en oxide rouge par la calcination, pesait $0^g,3837$: dissous par l'acide muriatique, il a laissé $0^g,027$ de silice; de sorte qu'il ne reste pour le fer que $0^g,38$ ou 14,43 pour cent; et la silice s'élève à $0^g,86$ ou 25,8 pour cent (1).

La dissolution restante a donné par l'ammoniaque un précipité blanc d'yttria et d'oxide de cérium, qui, calciné dans un vaisseau ouvert, est devenu d'un rouge de brique clair, et pesait $2^g,07$. Le liquide surnageant a donné encore, avec l'oxalate d'ammoniaque, un précipité d'yttria contenant beaucoup d'oxide de cérium et pesant $0^g,03$: ainsi le poids total des deux oxides est $2^g,1$.

---

(1) Il y a quelque erreur parmi ces nombres, qui sont copiés exactement sur la traduction allemande; mais les nombres 14,43 pour l'oxide de fer, et 25,8 pour la silice, étant répétés plusieurs fois, doivent être exacts.

On est parvenu à les séparer par le procédé indiqué plus haut, et on a obtenu 0g,5973 d'oxide de cérium et 1g,5 d'yttria. Ainsi la gadolinite de Finbo est composée de :

Silice,	25,80,	ou silice,	25,80;
Yttria,	45,00,	yttria,	45,00;
Peroxide de cérium,	17,92,	protoxide de cér.	16,69;
Peroxide de fer,	11,43,	protoxide de fer,	10,26;
Perte par la calcination,	0,60,	perte par la calc.,	0,60.
	100,75.		98,35.

Malgré les pertes inévitables dans une analyse, on trouve ici une augmentation de 0,75 pour cent. Il semblerait, d'après cela, que le fer et le cérium, que l'on a évalués en les supposant à leur plus haut degré d'oxidation, n'existent, dans la gadolinite, qu'à l'état d'oxidule; mais, d'un autre côté, en traitant le minéral par l'acide muriatique, on obtient une dissolution qui, au lieu d'être d'un vert clair, est d'un jaune foncé. Néanmoins il est probable que la plus grande partie du fer dans la gadolinite est à l'état d'oxidule, et que le restant est à celui de peroxide; mais il n'est pas facile d'évaluer le rapport de l'un à l'autre.

La gadolinite de Broddbo ne diffère pas de celle de Finbo; car, traitée comme cette dernière, elle a donné :

Silice,	24,16,	ou silice,	24,16;
Yttria,	45,93,	yttria,	45,93;
Peroxide de cérium,	18,20,	protoxide de cér.,	16,90;
Peroxide de fer,	12,63,	protoxide de fer,	11,34;
Perte par la calcination,	0,60,	perte par la calc.,	0,60.
	101,52.		98,93.

Quant à la constitution chimique de la gadolinite, il est assez difficile de la déterminer avec certitude. 100 parties de peroxide de cérium contenant 20,7 d'oxigène, 18,2 doivent en contenir 3,767, qui correspondent à 2,51 dans le protoxide. L'oxigène du peroxide de fer est 3,877, et en représente 2,585 dans le protoxide correspondant. L'oxigène des deux protoxides est donc aussi égal qu'on peut l'attendre.

L'yttria, comme nous le verrons plus bas, contient 20 pour cent d'oxigène; par conséquent les 45,93 parties trouvées par l'analyse en renferment 9,186, qui sont à peu près le quadruple de l'oxigène du protoxide de cérium; car $2,51 \times 4 = 10,04$. De plus, 24,16 parties de silice en contiennent exactement 12 d'oxigène, qui, à un léger écart près, sont égales à tout ce qui se trouve dans l'yttria, le protoxide de fer et le protoxide de cérium, c'est-à-dire, à $9,186 + 2,51 + 2,585 = 14,281$. Si maintenant l'analyse démontre que le rapport de ces deux protoxides est invariable dans la gadolinite, on aura toute raison de croire qu'ils appartiennent chimiquement à ce minéral; et puisque leurs affinités sont plus faibles que celle de l'yttria, ils doivent être combinés avec une portion de silice dont l'oxigène soit la moitié de celui des deux protoxides, puisque l'yttria et la silice sont combinées dans un tel rapport, qu'elles contiennent toutes deux la même quantité d'oxigène (1).

---

(1) Nous craignons que, dans la traduction de l'original en allemand, ce passage n'ait été mal rendu : on a au moins de

Si ces suppositions sont justes, les gadolinites que j'ai analysées sont composées d'une particule de sous-silicate de protoxide de fer, d'une particule de sous-silicate de protoxide de cérium, et de 8 particules de silicate d'yttria.

Les résultats de ces analyses, comparés à ceux obtenus par Ekeberg, Klaproth et Vauquelin, avec la gadolinite d'Ytterby, et par Klaproth avec celle de Bornholm, prouvent clairement que tous ces minéraux sont la même substance chimique. J'ai retrouvé le cérium dans la gadolinite d'Ytterby, en analysant un échantillon d'yttria laissé par Ekeberg, portant cette étiquette : *Yttria pure.* Si cet oxide a échappé jusqu'à présent dans la gadolinite, c'est parce qu'il a tant de rapports avec l'yttria que, sans la propriété qu'il possède de prendre un plus haut degré d'oxidation, il n'aurait peut-être jamais été possible de l'en distinguer ; c'est ce qui fait aussi qu'il n'y a presque rien à changer aux propriétés de l'yttria pure, quoique l'on ait décrit celles d'un mélange de cette substance avec l'oxide de cérium. Klaproth et Vauquelin décrivent l'yttria comme étant blanche ; mais cela ne peut s'expliquer qu'en admettant qu'ils ne l'ont jamais calcinée dans des vaisseaux ouverts; car, d'après mes expériences, il est très-difficile, lors même qu'on est prévenu de la présence du cérium, de

---

la peine à le bien comprendre. On sera peut-être surpris que M. Berzelius, qui rejette les analyses quand elles diffèrent de quelques millièmes, se contente ici d'un à-peu-près, d'un sixième.

l'obtenir assez pure pour qu'elle ne devienne point d'un jaune clair en la calcinant dans des vaisseaux ouverts. Il est encore possible que l'yttria, que Klaproth et Vauquelin ont regardée comme pure, eût été précipitée de sa dissolution dans l'acide sulfurique par l'ammoniaque, et qu'elle fût un sous-sulfate qui n'aurait pas changé de couleur par une douce calcination, malgré la présence de tout l'oxide de cérium (1). Quoique je me sois occupé long-temps de chercher une méthode pour obtenir l'yttria exempte d'oxide de cérium, je ne puis cependant en indiquer aucune qui soit parfaitement sûre. Celle qui m'a le mieux réussi consiste à décomposer par l'ammoniaque le sulfate triple de potasse et d'yttria, mêlé avec celui de cérium; à laver le précipité et à le dissoudre dans l'acide nitrique ou dans l'acide muriatique. On précipite la dissolution par le sous-carbonate d'ammoniaque qu'on met en grand excès pour dissoudre l'yttria, et après en avoir séparé le précipité, qui contient beaucoup d'oxide de cérium, on la fait chauffer dans une retorte:

(1) M. Vauquelin a précipité l'yttria de sa dissolution nitrique, et par conséquent la couleur blanche qu'il lui attribue ne peut être due à l'acide sulfurique, comme le conjecture M. Berzelius. D'ailleurs, les proportions qu'il donne pour la gadolinite sont assez différentes de celles de M. Berzelius pour faire présumer que les gadolinites qu'ils ont analysées n'étaient pas identiques. M. Vauquelin a trouvé, silice, 25,5; oxide de fer, 25,0; oxide de manganèse, 2,0; chaux, 2,0; yttria, 35,0; perte, 10,5. (*Annales de Chimie*, t. XXXVI, p. 142.) R.

l'yttria qui se sépare par le dégagement du sous-carbonate d'ammoniaque ne présente ordinairement, par la calcination, qu'une nuance insignifiante de jaune. Si on la dissout de nouveau et qu'on répète les manipulations qui viennent d'être indiquées, elle sera très-blanche; cependant je ne suis parvenu qu'une seule fois à l'obtenir d'un blanc de neige. Ainsi purifiée, elle forme avec tous les acides des sels sans couleur.

Pour évaluer la quantité d'oxigène que contient l'yttria, j'ai déterminé les proportions de son sulfate: 100 parties de ce sel rougi doucement ont donné, dans deux essais différens, de 145,4 à 148,66 de sulfate de baryte, qui renferment de 49,87 à 50 parties d'acide sulfurique. Par conséquent 100 parties d'acide sont saturées par 100 ou 100,5 parties d'yttria, et celle-ci contient de 19,88 à 19,96 pour cent d'oxigène; quantité que j'ai supposé être égale à 20.

Art. II. *Analyse des fluosilicates connus jusqu'à présent, ou des minéraux rapportés au genre de la topaze; par M. J. Berzelius.*

On connaît la différence des résultats que les chimistes ont obtenus en analysant les topazes. Quoique les beaux résultats de Haüy, sur l'identité de leur forme cristalline, eussent fait connaître qu'elles doivent toutes être considérées chimiquement comme le même minéral, on ne paraît pas avoir adopté ce résultat. Après la découverte de leurs véritables élémens, l'acide fluorique, la silice et l'alumine, on a réuni à la topaze tous les minéraux dans lesquels on a trouvé ces mêmes élémens sans avoir égard à leurs proportions. Ainsi, lorsque Bucholz eut

reconnu que le béril schorliforme, dont Werner avait fait une espèce particulière de béril, était composé d'acide fluorique, de silice et d'alumine, ce minéral fut aussitôt réuni à la topaze, quoiqu'il n'en eût ni la dureté ni la forme cristalline, et que par conséquent ses élémens ne dussent pas être dans les mêmes proportions.

Pour mettre le lecteur à même de parcourir d'un seul coup-d'œil les divers résultats de l'analyse de la topaze, je les rapporterai ici.

Analyse de la topaze de Saxe.

	Klaproth.	Vauquelin.
Alumine,	59.	49.
Silice,	35.	29.
Acide fluorique,	5.	20.

Analyse de la topaze du Brésil.

	Klaproth.	Vauquelin.	Vauquelin.
Alumine,	47,5.	47.	50.
Silice,	44,5.	28.	29.
Acide fluorique,	7,0.	17.	19.

Analyse du pyrophysalithe et de la topaze de Sibérie.

	Hisinger et Berzelius.	Vauquelin.
Alumine,	53,25.	48.
Silice,	32,88.	30.
Acide fluorique et perte,	13,87,	18.

Analyse du béril schorliforme (pycnite de Haüy).

	Bucholz.	Vauquelin.	Klaproth.
Alumine,	48.	52,0.	49,5.
Silice,	34.	36,8.	43,0.
Acide fluorique,	17.	5,8.	4,0.

Voulant déterminer avec précision la composition de ces minéraux, il était nécessaire d'avoir une méthode pour séparer exactement l'acide fluorique de l'alumine et de la silice; et, comme d'ordinaire, ce n'est qu'après plusieurs essais que je suis tombé sur la plus simple.

Cette méthode consiste à tenir au rouge, pendant une heure, un mélange d'une partie de topaze bien pulvérisée, avec quatre de sous-carbonate de soude effleuri, et à traiter la masse par l'eau, qui laisse précipiter la plus grande partie de la silice et de l'alumine, et retient en dissolution l'acide fluorique combiné avec la soude. On ajoute au liquide un peu de sous-carbonate d'ammoniaque pour précipiter la silice et l'alumine que la soude a dissoutes en devenant caustique par l'action de la chaleur; et après en avoir réuni la quantité à la précédente, on les sépare l'une de l'autre par les moyens ordinaires. Pour avoir l'acide fluorique, on commence par saturer la liqueur qui le contient avec de l'acide muriatique, et, après le dégagement de tout l'acide carbonique, on y verse du muriate de chaux, qui précipite l'acide fluorique combiné avec la chaux. Il ne s'agit plus que de connaître les proportions de cette combinaison.

Davy a trouvé que 100 parties de fluate de chaux du Derbyshire, pur et cristallisé, donnent 175,2 de gypse, contenant 72,683 de chaux: par conséquent les 100 parties de fluate de chaux contiendraient 27,317 d'acide fluorique. Ce résultat me paraît trop fort, et n'étant pas satisfait de ceux que j'ai obtenus, je donne la préférence à celui que l'on peut conclure des expériences de John Davy sur le gaz fluosilicique, savoir, 26 d'acide fluorique pour 100 de fluate de chaux.

J'ai analysé par le même procédé le pyrophysalithe, la topaze jaune du Brésil et la topaze transparente et incolore de Saxe ; et, pour m'assurer de l'exactitude de mes résultats, j'ai répété mes analyses jusqu'à deux, trois et même quatre fois.

	Topaze du Brésil.	Topaze de Saxe.	Pyrophysalithe:
Alumine,	58,38.	57,45.	57,74.
Silice,	34,01.	34,24.	34,36.
Acide fluorique,	7,79,	7,75.	7,77.
	100,18.	99,44.	99,87.

D'après la concordance de ces résultats, il est évident que les trois topazes analysées sont chimiquement la même substance, et qu'elles ne diffèrent que par la couleur, la transparence et de légers accidens de forme. Le rapport de leurs élémens conduit à les considérer comme formées d'une particule ou proportion de sous-fluate d'alumine et de trois particules de silicate d'alumine ; et en effet, en calculant les proportions de la topaze dans cette hypothèse, on obtient :

Alumine,	58,55;
Silice,	34,27;
Acide fluorique,	7,18.
	100,00.

On trouve aussi, en y réfléchissant, qu'il est bien difficile qu'un minéral aussi dur que la topaze contienne du fluate neutre d'alumine, et que, dans le cas où elle en contiendrait, elle ne devrait pas être plus dure que les autres minéraux qui renferment le même silicate d'alu-

mine qu'elle, comme, par exemple, la néphéline. Si, au contraire, le fluate d'alumine est avec excès de base, on voit alors la cause de cette grande dureté, parce que l'alumine en excès communique cette propriété à un degré extraordinaire à tous les minéraux cristallisés.

Analyse de la pycnite de Haüy (stangenstein d'Altenberg).

Il était naturel, après l'analyse de la topaze, de s'attendre à trouver pour la pycnite des résultats différens; d'autant plus que, par leur forme et leurs autres caractères, ces deux minéraux diffèrent essentiellement.

La pycnite, exposée à l'action du chalumeau, se boursouffle beaucoup plus facilement que la topaze : elle a aussi moins de dureté; car elle se laisse rayer très-profondément par le quartz. Ces deux propriétés peuvent faire conjecturer ou qu'elle contient plus d'acide fluorique que la topaze, ou que du moins le fluate d'alumine qui s'y trouve est à l'état neutre, et que c'est cette circonstance qui rend le dégagement de l'acide fluorique plus facile, et qui détermine le boursoufflement du minéral à une plus basse température.

Je regrette que la petite quantité de pycnite que j'ai eue à ma disposition ne m'ait pas permis d'en répéter l'analyse; car, malgré le soin que j'y ai mis, je ne crois pas qu'un seul essai soit suffisant pour rassurer entièrement sur l'exactitude d'un résultat.

En analysant la pycnite par le même procédé que la topaze, j'ai obtenu 38,43 pour cent de silice, 51 d'alumine et 34 de fluate de chaux, représentant 8,84 d'acide fluorique. On peut, d'après cela, la considérer comme

composée d'une particule de fluate d'alumine et de trois de silicate d'alumine ; et en effet on trouve, dans cette hypothèse, les proportions suivantes :

	Résultat du calcul.	Résultat de l'analyse.
Alumine,	53,07.	51,00.
Silice,	38,80.	38,43.
Acide fluorique,	8,13.	8,84.
	100,00.	98,27.

Par conséquent, si l'analyse précédente est exacte, comme on a tout lieu de le croire, la pycnite résulte de la combinaison d'une particule de fluate d'alumine avec trois de silicate d'alumine ; et il suffirait de lui ajouter une particule d'alumine pour la convertir en topaze, ou d'enlever à cette dernière la moitié de l'alumine du sous-fluate qu'elle contient, pour la changer en pycnite.

Lettre de M. Édouard-Daniel Clarke, *professeur de minéralogie dans l'université de Cambridge, au Rédacteur du journal de l'*Institution royale, *contenant une relation de quelques expériences faites avec le chalumeau de M.* Newman, *en brûlant, dans un haut degré de condensation, un mélange des principes constituans de l'eau à l'état gazeux.*

(Traduction par M. Billy.)

« Monsieur,

« Si on avait dit aux chimistes anciens que, pour augmenter l'action du feu, il faut que le combustible soit de

l'*eau*, quelque auteur, tel qu'Agricola ou Bernard Cœsius, dans son chapitre *de Aquarum Miraculis*, aurait peut-être prétendu que l'enlèvement de Proserpine par Pluton, au milieu des eaux de la fontaine de Cyane, était le type mystique de cette vérité. Cette merveilleuse propriété des principes constituans de l'eau est aujourd'hui si bien connue, qu'elle peut servir à expliquer quelques phénomènes remarquables de fusion dans les éruptions volcaniques. En effet, les cratères des volcans, vomissant des torrens de roches liquides, sont, dans le fait, autant de chalumeaux à dimensions colossales, d'où s'échappent à l'état d'ignition les gaz mélangés qui ont résulté de la décomposition de l'eau de mer, et qui ont été comprimés au dernier point.

« Du moment qu'on a fait attention aux expériences qui concernent la composition de l'eau, on a pu se faire une idée du pouvoir de la chaleur produite par la combustion du gaz hydrogène avec le gaz oxigène (1). Ayant occasion, durant mon dernier cours public dans notre université, de rappeler cette élévation de température et de parler

---

(1) La première application de ces gaz pour donner plus d'activité au chalumeau fut faite en 1802 par un Américain, Robert Hare jeune, professeur de physique dans l'université de Philadelphie. (*Voyez* le *Journal minéralogique de l'Amérique*, par Bruce, vol. I[er], n° 2, p. 97, en note.) Une relation des expériences de M. Hare a aussi paru dans les *Annales de Chimie*, N° 134, sous le titre de *Mémoire sur l'usage du chalumeau et les moyens de l'alimenter d'air*, etc. C'est un Allemand, dont le nom est resté inconnu, qui fit le premier usage des gaz mêlés ensemble, dans un réservoir commun ou gazomètre.

des expériences que j'ai faites moi-même sur le mont Vésuve, j'ai employé un appareil adapté au chalumeau de M. Newman. L'auteur lui-même explique la construction de ce chalumeau, et cette explication est insérée dans le 1er Numéro de votre journal (1).

« A cette occasion, on dirigea sur la flamme d'une lampe ordinaire à esprit-de-vin, un courant de gaz oxigène qui avait été condensé dans le réservoir de l'appareil; mais comme le gaz hydrogène dégagé de l'alcool ne se trouvait point en proportion convenable pour produire la plus grande chaleur, je consultai M. Newman sur cette difficulté. Il me conseilla de condenser un mélangedes deux gaz et de l'allumer, au lieu de la lampe à esprit-de-vin. Le danger d'une pareille expérience avec un mélange détonnant se présentait de lui-même; des chimistes d'un mérite éminent regardaient cette tentative comme entièrement hasardeuse : heureusement M. Newman, raisonnant d'après le principe de la lampe de sûreté de M. Davy, nous suggéra l'idée qu'il n'y aurait point de danger, si le mélange des gaz, avant d'être allumé, était forcé de passer à travers un tube capillaire. Je fis part de cette idée à sir H. Davy, et je lui demandai son avis. Il me répondit qu'il avait essayé l'expérience, et qu'il était con-

(1) La fig. 1re donne une idée très-exacte de l'appareil. Lorsqu'on s'en sert comme d'un chalumeau ordinaire, l'air comprimé dans le réservoir *C* en sort par une très-petite ouverture pratiquée à l'extrémité du tuyau *B*. Le tube *A B* de verre est alors inutile. Ce chalumeau fut employé pour la première fois à Cambridge, par le révérend M. Powell, membre du collége de la Trinité, durant un cours de chimie appliquée à l'agriculture.

vaincu qu'il n'y aurait point de danger à brûler les gaz condensés, pourvu qu'on les fît passer au travers d'un petit tube de thermomètre de $\frac{1}{80}$ de pouce de diamètre et de 3 pouces de longueur. En conséquence de cet encouragement, j'obtins de M. Newman l'appareil nécessaire (1), et je commençai une suite d'expériences qui ont déjà été accompagnées de quelques résultats curieux. Ces expériences ont été faites en présence du R[d]. M. Cumming, notre professeur de chimie, lequel a bien voulu me procurer tous les appareils chimiques dont j'ai eu besoin. J'ai eu aussi pour témoins, le R[d]. J. Holmes, bien connu pour ses recherches analytiques; le D[r]. Ingle, et d'autres membres de l'université. Comme ces messieurs ne furent pas toujours tous à la fois avec moi, et que les expériences ne furent pas faites toutes dans le même temps, je me bornerai, en les rapportant, à suivre l'ordre dans lequel elles se présentèrent, sans mentionner le jour précis où elles furent faites, ni les noms des personnes qui étaient présentes.

« L'air atmosphérique ayant été expulsé du réservoir *C* du chalumeau, on y introduisit un mélange gazeux que l'on eut soin de condenser autant qu'il fut possible de le faire, au moyen du piston *D*. Ce mélange était formé de deux parties en volume d'hydrogène, et d'une partie d'oxigène (2). J'ai toujours trouvé que les gaz ont produit le

---

(1) *Voyez* la figure 1[re] : *A B* est le tube de verre; *C*, réservoir pour le gaz condensé; *D*, piston pour la condensation; E, vessie contenant le mélange gazeux avant la condensation.

(2) L'intensité de la chaleur dépend beaucoup de la pureté aussi-bien que de l'exacte proportion des deux gaz. Le gaz

plus grand degré de chaleur lorsqu'on les a brûlés dans cette proportion. On a ensuite donné issue à ce mélange gazeux par l'orifice du chalumeau, et on l'a allumé à sa sortie du tube *A B*. Telle fut l'élévation de température, qu'il faut dorénavant, comme on le verra par la suite, rayer l'infusibilité de la liste des essais chimiques auxquels on peut soumettre les minéraux. Je ne crois pas que cette température ait jamais été surpassée par celle qu'on ait pu produire jusqu'ici avec aucun autre appareil. Non-seulement la fusion du platine eut lieu à l'instant qu'il fut mis en contact avec la flamme du gaz allumé; mais encore on vit tomber des gouttes du métal fondu. Quelques-unes de ces gouttes, qui tombèrent d'un fil de platine de $\frac{1}{10}$ de pouce de diamètre, pesaient 5 grains; mais la fusion rapide du platine ne fut pas la seule circonstance remarquable dans cette expérience; elle fut accompagnée de la combustion du métal même, qui prit feu et continua de brûler comme un fil de fer dans le gaz oxigène, avec une vive et brillante scintillation. Après cette expérience, nous avons prévu que nous allions manquer de supports pour les substances moins fusibles si nous voulions les exposer à l'action de la flamme; en effet, un petit creuset de platine, quoique très-solide, fut inca-

---

oxigène, retiré de l'oxide de manganèse, est loin de produire la chaleur qui est due à la combustion de l'hydrogène avec l'oxigène retiré du muriate sur-oxigéné de potasse. La lumière dégagée dans la combustion du mélange gazeux est, dans le dernier exemple, tout-à-fait aussi intense que celle qui se dégage en brûlant du charbon, à l'aide de la plus puissante batterie galvanique.

pable de soutenir la chaleur sans prendre feu et sans se fondre, comme dans le premier exemple.

« Nos expériences eurent ensuite pour objet le palladium. La fusion de ce métal fut encore plus prompte que celle du platine; il fondit devant la flamme comme du plomb, et, commençant à brûler, il lança des étincelles d'un rouge éclatant, qui divergeaient du foyer en rayons étincelans. Le métal, après la fusion, avait un aspect mat; sa surface était irrégulière et terne comme l'étain qui a été long-temps exposé à l'air de l'atmosphère. On observa un effet singulier de la chaleur sur une lame polie de palladium. Au lieu de la couleur bleue que prend ce métal lorsqu'il est exposé à la flamme d'un chalumeau ordinaire, on aperçut un spectre brillant qui déployait toutes les couleurs de l'arc-en-ciel, et dans le même ordre.

« Ces expériences avaient eu lieu lorsque nous avons pensé à faire des essais sur les terres. Nous avons commencé par la chaux, en exposant à la flamme une petite portion de cette terre dans sa plus grande pureté. Ce fragment fut mis dans une coupe ou creuset, que le professeur Cumming avait préparé en formant un tissu avec quelques fils de platine de l'épaisseur ci-dessus indiquée. Cet appareil ne fut pas plutôt exposé à l'action du gaz enflammé, que la vivacité de la combustion et la fusion du platine nous donnèrent raison d'appréhender que la chaux ne vînt à disparaître dans le métal fondu; cependant on l'obtint dans un état de fusion évidente; sa surface supérieure était couverte d'une couche transparente, luisante, vitrifiée, et avait quelque ressemblance avec l'hyalite; la surface inférieure, pour une raison que nous

n'avons pas connue, était tout-à-fait noire (1); et le tout, examiné à la loupe, paraissait comme garni de clous, avec de petits globules saillans de platine. Dans un second essai qui fut fait avec la chaux, quelques-uns des globules de la terre, vitrifiés, avaient la couleur de la cire jaune; le platine entra en fusion comme auparavant. La fusion de la chaux est toujours accompagnée d'une flamme de couleur de pourpre et qui embrasse le fragment.

« Ayant ainsi réussi à fondre la chaux pure, nos expériences suivantes furent faites avec la magnésie: cette terre fut fondue à plusieurs reprises; la masse fondue présentait, dans différens essais, tantôt un verre poreux, si léger qu'il était emporté par l'action du gaz, tantôt des globules d'une belle couleur d'ambre. Ce dernier phénomène arrive quand la magnésie a pour support la terre de pipe; cette terre fond alors avec la magnésie sur le charbon: on mêla la magnésie avec de l'huile; alors cette substance se réduisit en scories; il en résulta ensuite une poudre blanche: cette terre semble donc être métallique. La fusion de la magnésie, comme celle de la chaux et de la strontiane, est accompagnée de combustion et de flamme de la même couleur.

« Nous passâmes à la baryte. La fusion, en ce cas, fut aisée en comparaison: la baryte avait pour support un creuset de platine. La fusion fut prompte; il en résulta une sorte de scorie métallique, ou laitier, qui avait l'air du plomb; mais, après une courte exposition à l'air, cette

---

(1) Ce phénomène est probablement dû à la présence d'une petite portion d'acide carbonique, retenu par la chaux, et qui peut avoir été décomposé.

substance se couvrit d'une poussière blanchâtre, et repassa encore à l'état d'un oxide terreux.

« La strontiane fut à son tour soumise à la même épreuve ; il s'ensuivit une combustion partielle de cette terre, accompagnée d'une belle flamme ondoyante qui avait une couleur d'améthyste très-prononcée ; mais l'essai fut lent et difficile. A la fin, après quelques minutes d'exposition à la plus grande chaleur du gaz enflammé, on aperçut au centre de la strontiane (1) une petite masse oblongue de métal brillant, que le professeur Cumming, à cause de son éclat, soupçonna être du platine. Ce corps cependant, après avoir été exposé à l'air pendant quelques minutes, prit de nouveau l'apparence d'une terre blanche (2).

« La silice et l'alumine furent ensuite soumises à l'action du chalumeau. La première éprouva une fusion instantanée et donna un verre de couleur orange : ce verre, à mesure que la chaleur continuait, semblait être en partie volatilisé, laissant un verre transparent et d'un jaune pâle sur le platine, qui s'étendait lui-même en une

---

(1) La fusion n'a été complète qu'au centre de la strontiane ; le reste était à demi fondu.

(2) Il est nécessaire de remarquer ici que les apparences métalliques, dans le cas de la baryte et de la strontiane, furent probablement dues au platine employé comme support, et avec lequel les métaux de ces terres formaient un alliage. En effet, la strontiane ayant fondu subséquemment dans un creuset de plombagine pure, elle fut convertie en scories vitrifiées et poreuses, d'une couleur terne, grisâtre, tirant sur le jaune.

mince couche sur le métal. L'alumine fut aussi fondue très-rapidement en globules d'un verre transparent et tirant sur le jaune.

« En faisant ces expériences avec les terres, nous avons observé, dans le platine qui doit être employé comme support, quelques changemens dignes d'être remarqués. Lorsqu'on fondit la chaux, la magnésie, la baryte ou la strontiane sur le platine, ce métal perdit son éclat; sa surface devint terne, et parut se couvrir d'une mince couche écailleuse qui ressemblait à l'amalgame de mercure et d'argent ou à celui de mercure et d'étain; mais on n'observa aucun changement dans le platine lors de la fusion de la silice et de l'alumine.

« A cause de ces altérations dans le platine, et aussi à cause de sa fusion et de sa combustion durant ces expériences, je substituai un petit creuset de carbure de fer très-pur, tiré de la mine de Borrowdale, et j'exposai de nouveau de la chaux pure à la flamme du gaz. Le résultat fut à peu près le même : la chaux fondit; sa surface supérieure présenta des globules transparens de verre : la seule différence, dans l'expérience, fut qu'il y eut une combustion manifeste aussi long-temps que la chaleur fut portée au dernier degré.

« Après tout cela, les alcalis furent soumis à plusieurs reprises à la même épreuve; mais leur fusion et leur volatilisation eurent lieu avec tant de rapidité qu'ils disparurent presque au même instant où ils furent en contact avec la flamme.

« Après avoir ainsi prouvé que, parmi les substances considérées comme simples, les plus infusibles étaient incapables de résister à l'action d'un tel feu, nous avons

essayé les substances les plus réfractaires. Parmi les composés naturels, voici un tableau abrégé des résultats que nous avons obtenus.

1. *Cristal de roche*. Dans le premier essai, les bords seuls furent fondus, et ils ressemblaient à l'*hyalite*. Au second essai, la fusion fut complète; le cristal parut sous la forme d'une des *gouttes du prince Rupert* (*larmes bataviques*) : il n'avait rien perdu de sa transparence; mais il était rempli de bulles.
2. *Quartz blanc commun*. La même apparence, après la fusion, que le cristal de roche.
3. *Opale noble*. Email blanc, couleur de perle. Fusion parfaite. L'opale, après la fusion, a une grande ressemblance avec la stalactite siliceuse ou perle de Toscane.
4. *Flint* ou *silex*. Email poreux, d'un blanc de neige; fusion parfaite et très-rapide.
5. *Calcédoine*. Email blanc comme la neige; fusion parfaite.
6. *Jaspe égyptien*. Cette substance contient tant d'eau que la décrépitation même de ses plus petites particules est cause de sa dispersion lorsqu'on la présente à la flamme. C'est pourquoi, afin de la préparer à subir l'action du chalumeau, le professeur Cumming l'exposa à une forte chaleur dans un creuset de platine recouvert. De cette manière les particules furent aisément fondues, et donnèrent un verre verdâtre, rempli de bulles.
7. *Zircon*. Devient opaque et blanc. Sa superficie seule fond, et donne un émail blanc comme la porcelaine.

8. *Spinelle*. Fusion prompte et combustion partielle, avec perte de couleur et de poids : un des angles solides d'un cristal octaèdre fut entièrement consumé et disparut.

9. *Saphir*. Un beau cristal dodécaèdre de saphir bleu présenta, durant la fusion, la singulière apparence de *ballons* de verre verdâtre : ces ballons se gonflaient et prenaient des formes grotesques, qu'ils conservaient quand le minéral était refroidi.

10. *Topaze*. Email blanc, couvert de petites bulles.

11. *Cymophane*. Email blanc, couleur de perle.

12. *Pycnite*. Email d'un blanc de neige.

13. *Andalousite*. Email d'un blanc de neige.

14. *Wavellite*. Email d'un blanc de neige.

15. *Rubellite*, ou *tourmaline rouge de Sibérie*. Perte de couleur; émail blanc opaque; en continuant la chaleur, verre transparent sans couleur.

16. *Hyperstène*. Globule de verre noir et luisant comme du jais; éclat remarquable.

17. *Cyanite*. Email rempli de bulles, d'un blanc de neige; fusion très-prompte.

18. *Talc*. Les plus pures variétés de ce minéral furent fondues et donnèrent un verre verdâtre.

19. *Serpentine*. Plusieurs variétés de serpentine furent fondues, et donnèrent des globules d'un vert de pomme de chêne, avec une surface dentelée.

20. *Hyalite*. Email poreux et blanc comme la neige, rempli de bulles brillantes et transparentes. Les échantillons avaient été détachés des masses très-diaphanes qui recouvraient la surface d'un trap en décomposition.

21. *Lazulite*. Donne par la fusion un verre transparent et presque incolore, avec une légère teinte de vert, et rempli de bulles.

22. *Gadolinite*. Fusion rapide; verre noir et luisant comme du jais; éclat très-vif.

23. *Leucite*. Fondue en un verre incolore, parfaitement transparent, contenant des bulles.

24. *Apatite d'Estramadure*. Cette substance fut fondue en un émail blanc ayant l'apparence du spermaceti. De l'apatite pure, détachée d'une géode de fer magnétique de Laponie, donna par la fusion un verre brun de chocolat, et devint magnétique à cause du fer; sa couleur était aussi due à ce métal.

25. *Emeraude du Pérou*. Fondue rapidement en un globule du plus beau verre transparent, sans bulles, ayant perdu entièrement sa couleur verte, et ressemblant au saphir blanc.

26. *Béril de Sibérie*. Cette substance est souvent infusible au chalumeau ordinaire; fondue en un verre transparent sans bulles.

27. *Potstone* (*pierre ollaire*). Fusion très-prompte avec combustion; apparence remarquable; la masse fondue parut comme un verre de couleur de brou de noix, presque noir; mais, à la loupe, le reste de la masse présenta des cristaux en aiguilles et très-transparens.

28. *Hydrate de magnésie*, ou *magnésie foliée, pure, d'Amérique*. Cette substance est d'une fusion plus difficile que toute autre. Je réussis pourtant, avec une chaleur d'une intensité extrême, à réduire cette magnésie en émail opaque et blanc, qui fut recouvert d'une mince couche de verre transparent: sa fusion fut accompagnée d'une flamme couleur de pourpre.

29. *Sous-sulfate d'alumine*. Cette substance éprouve une fusion très-rapide et donne un émail transparent et d'un blanc de perle : sa fusion est accompagnée d'une combustion partielle.

30. *Pagode de Chine*. Fusion rapide ; globule d'un verre incolore et limpide, avec un éclat très-vif.

31. *Spath d'Islande*. Fusion parfaite ; verre limpide et brillant ; mais cette fusion est plus difficile que pour toute autre substance, excepté l'hydrate de magnésie. On vit, durant l'expérience, une belle flamme ondoyante, de la couleur de l'améthyste, d'une ressemblance exacte avec celle de la strontiane, indiquant la combustion de quelque substance. Ce phénomène remarquable caractérise la fusion de la chaux pure et de ses composés.

32. *Chaux ordinaire*. Fusion en un émail gris, tirant sur le jaune : en continuant la chaleur on obtient un verre clair, couleur de perle, semblable à la perle siliceuse de Toscane. On vit la même flamme couleur de pourpre que dans l'expérience précédente du spath d'Islande.

33. *Arragonite*. Même fusion que pour la chaux ; mais difficile à effectuer, parce que le minéral tombe en miettes lorsqu'on l'expose au feu. Sa fusion fut accompagnée d'une flamme couleur de pourpre, comme celle de la chaux pure et de la strontiane.

Combustion du diamant.

« Cette expérience, ayant été faite souvent à un degré inférieur de température, n'était pas très-nécessaire; mais on pensa qu'une exposition exacte des différentes appa-

rences que présente le diamant durant sa combustion pourrait devenir intéressante. Nous avons choisi un beau diamant octaèdre, d'une couleur d'ambre, et pesant 6 carats.

« A la première application d'une violente chaleur, il devint limpide et incolore; ensuite il devint tout-à-fait opaque; il ressemblait à l'ivoire : il avait alors perdu quelque chose de son volume et de son poids. Après cela, un des angles solides de l'octaèdre disparut et la surface du diamant se couvrit de bulles; ensuite tous les angles solides furent consumés, et il ne resta qu'un petit globule sphéroïdal qui avait, à un haut degré, le brillant métallique; enfin tout, jusqu'au dernier atome, fut volatilisé. L'expérience fut entièrement finie en trois minutes environ.

Expériences avec quelques métaux.

1. *Volatilisation de l'or pur.* Comme on n'a pas encore parlé de la couleur particulière qui s'est développée, durant la volatilisation de l'or, dans cette expérience, il est à propos de donner un récit plus détaillé qu'on ne l'a fait dans les expériences précédentes. Afin de pouvoir exposer à l'action du gaz enflammé ce métal dans son plus grand état de pureté, j'ai fait usage de l'or précipité de la dissolution du tellure dans l'acide nitrique; une petite quantité d'or fut fondue avec du borax dans un tuyau de pipe à tabac : il en résulta un globule qui fut convenablement disposé pour être mis en contact avec la flamme du gaz. A la première action de la chaleur, la lumière fut si vive que le globule d'or fut invisible et en quelque sorte perdu au milieu

de cette lumière. On arrêta l'opération ; alors on s'aperçut que la *terre de pipe* avait été fondue, que le borax avait l'apparence d'un verre d'or, et que le tuyau de pipe était aussi recouvert d'une couche brillante du métal, qui ressemblait à de l'or bruni. Il y avait tout autour, sur la terre à pipe, un halo de la plus vive couleur de rose : ce halo, extrêmement beau, avait, quant à la couleur, l'apparence que présente l'oxide de rhodium lorsqu'on le frotte sur du papier blanc. En appliquant de nouveau la chaleur, le globule d'or, qui avait été considérablement diminué en grandeur, fut presque entièrement volatilisé.

2. *Combustion de fil de laiton.* La combustion de fil de laiton fut très-rapide à cause du zinc : cette combustion fut accompagnée d'une flamme verte couleur de chrysolite, différente de la flamme du cuivre pur. Le fil de laiton était tenu avec des pinces de fer. Ce métal, vers la fin de l'expérience, commença à brûler avec le laiton : il se déposa du zinc sur le fer, qui ne fut pas consumé ; ce zinc se déposa sous la forme d'un oxide blanc ou fleurs de zinc (1).

---

(1) Puisque dans la combustion du laiton il y a des fleurs de zinc de déposées sur le fer qui tient lieu de support, on a un moyen très-aisé de distinguer le bronze des anciens du laiton des modernes. J'ai fait une expérience avec du bronze trouvé dans un tombeau près de la route de Londres, entre Sawston et Cambridge; la fusion de ce bronze eut lieu, comme celle du cuivre pur, sans combustion, et sans qu'il y eût du zinc de déposé; on trouva ensuite que c'était un alliage de *cuivre* et d'*étain*, ou que c'était du *bronze*. A cause de cette circon-

3. *Fil de cuivre*. Fut rapidement fondu, mais ne brûla point.

4. *Fil de fer*. Un fil de fer très-fort fut rapidement consumé; une scintillation vive et très-brillante accompagna la combustion du métal.

5. *Plombagine*. Cette substance fut fondue en un globule magnétique ; la fusion fut suivie d'une combustion partielle du fer.

6. *Oxide rouge de Tantale*. Fondu avec combustion partielle en un globule de couleur sombre.

7. *Cuivre ferrifère rouge*. Fusion rapide avec combustion ; scorie noire : en continuant la chaleur, le métal fut enfin amené à l'état de pureté.

8. *Blende, ou Sulfure commun de zinc cristallisé*. Cette substance fut fondue et réduite à l'état métallique : on apercevait le métal au centre de la masse ; mais les parties les plus exposées à la chaleur furent volatilisées et déposées sous la forme d'un oxide blanc qui couvrait le charbon employé comme support. Pendant ces expériences la flamme parut bleue.

9. *Oxides brun et jaune de platine, précipités de la dissolution du métal dans l'acide nitro-muriatique par le muriate d'étain*. Ces oxides furent placés dans un creuset de terre de pipe et mêlés avec un peu de *borax*; ils furent promptement réduits à l'état métallique, et parurent sous la forme de petits globules qui brillaient avec beaucoup d'éclat dans le verre de *borax*.

---

stance, le chalumeau de M. Newman pourrait bien devenir aussi nécessaire dans le cabinet d'un antiquaire que dans le laboratoire d'un chimiste.

10. *Oxide gris de manganèse*. Ce minéral contient une si grande quantité d'eau, qu'on fut obligé de l'exposer quelque temps à une forte chaleur dans un creuset, afin de prévenir la décrépitation des particules qui devaient être exposées au gaz enflammé. Ce minéral, au moyen de cette précaution, fut aisément fondu et converti en un bouton métallique. Ce bouton, soumis à l'action de la lime, présenta une brillante surface métallique qui avait l'éclat du fer, mais quelque peu plus sombre.

11. *Oxide métalloïde de manganèse*, cristallisé en prismes droits, à bases rhomboïdales. Comme cette variété, suivant M. Vauquelin, est la plus pure de toutes les mines de manganèse, étant privée de fer, il était naturel de s'attendre à ce que sa réduction offrirait le métal à l'état le plus pur. Cette réduction donna à l'instant un métal brillant, beaucoup plus blanc que le fer. Ce métal brûle comme le fer, lançant en tout sens des étincelles durant sa combustion.

12. *Wolfram*. Cette substance fut promptement fondue et non moins rapidement réduite à l'état métallique. La fusion donna d'abord une scorie noire qui, par la continuation de la chaleur, fut tenue en ébullition sur le charbon pendant trois minutes : on eut ensuite un culot métallique qui, à l'examen, avait l'apparence du fer magnétique de Laponie, quoiqu'il ne fût pas pourtant doué du magnétisme. Ce culot résista très-bien à l'action d'une lime fine, et il présenta une surface métallique d'un éclat très-vif.

13. *Sulfure de molybdène*. Fusion instantanée avec

d'épaisses vapeurs blanches. Des pinces de fer qui servaient à tenir ce corps furent couvertes d'un oxide d'une blancheur de neige, au milieu duquel on pouvait discerner un métal de la blancheur de l'argent. La masse fondue se réduisit en un métal sur lequel on fit agir la lime, et qui présenta une surface métallique semblable à celle du fer arsénical.

14. *Titane silìceo-calcaire*. Quelques cristaux de cette substance me furent donnés par M. H. Warburton; ils avaient été apportés de la manufacture de porcelaine de Sèvres par feu le professeur Tennant. Je choisis un cristal parfait et transparent; je l'exposai à la flamme du gaz; il fut à l'instant réduit à l'état métallique; sa ductilité était telle que, lorsqu'on eut promené la lime dessus et qu'on l'eut examiné à la loupe, il parut déchiré par les dents de la lime. Ce métal est d'une brillante couleur blanche comme tous les métaux cassans; cependant il conserve son éclat métallique sans être oxidé par l'action de l'atmosphère: sa surface cristallise en refroidissant, comme cela arrive à tous les métaux de cette classe.

15. *Oxide noir de cobalt*. Fondu et réduit à l'état métallique, il a l'apparence et la blancheur de l'argent; il a une sorte de ductilité : des pinces de fer avec lesquelles on le tenait furent recouvertes, durant sa fusion, de scories luisantes comme du vernis noir. Le métal ne s'oxida point en restant exposé à l'air atmosphérique.

16. *Pechblende*, ou *oxide noir d'urane*. Réduit à un métal semblable à l'acier, mais si excessivement dur

que la lime la plus acérée y mordrait à peine. Durant sa fusion, il dépose sur les pinces de fer un oxide jaune, couleur de serin.

17. *Oxide silicifère de cérium*. Promptement réduit à l'état métallique. Un grain de métal obtenu par la fusion présenta une cristallisation sur sa surface en refroidissant. Il se couvrit de cristaux en aiguilles et brillans comme ceux du *sulfure d'antimoine*. Ayant été ensuite limé, il présenta une surface métallique brillante qui ressemblait, en éclat et en couleur, à celle du fer arsénical. Ce métal conserve aussi sa forme métallique sans éprouver d'altération de l'action de l'air atmosphérique.

18. *Chromate de fer*. Fond aisément et donne un globule noir, sans éclat métallique, mais grandement magnétique.

19. *Mine d'iridium*. J'en étais là de mes expériences lorsque je reçus une lettre du docteur Wollaston, qui me recommandait de faire un essai avec cette substance. Le professeur Cumming en conséquence me procura quelques grains très-purs de mine d'iridium, que le docteur Wollaston venait de lui envoyer. Ces grains furent placés sur du charbon et mis en contact avec le gaz enflammé. A la première impression de la chaleur, ils furent agglutinés et fondus en partie; ils brillaient de l'éclat du platine dans les endroits où la fusion avait eu lieu. On plaça la masse agglutinée d'iridium sur la plombagine; on continua la chaleur, et la fusion fut parfaite; le métal ensuite entra en ébullition et commença à brûler avec scintillation, en déposant un oxide rougeâtre sur la plombagine. Il ne resta plus

rien ensuite que du verre : c'est en cet état qu'il fut envoyé au docteur Wollaston.

« En décrivant ainsi l'action du gaz enflammé sur ces substances, qu'on avait jusqu'à présent considérées comme infusibles, il ne sera pas hors de propos d'ajouter qu'il y a beaucoup d'autres minéraux qui sont fusibles au chalumeau ordinaire, et qui sont improprement classés comme infusibles par quelques chimistes et par quelques minéralogistes. On n'a point compris ces minéraux dans la liste : de ce nombre sont le *jade*, le *mica*, l'*amianthe*, l'*asbeste*, *etc.* Tous ces corps fondent comme la cire devant ce puissant appareil. Au contraire, il y a d'autres substances qu'on a souvent décrites comme étant fusibles et qui ne le sont nullement au chalumeau ordinaire : de ce nombre est le *marékanite* diaphane de Kamtchatka, considéré comme une variété de l'*obsidienne*, et qui paraît, dans les faux cristaux, de la forme du grenat ou du dodécaèdre rhomboïdal. Je n'ai jamais été capable d'effectuer même la plus légère apparence de fusion sur les moindres particules de ce minéral, quoique je l'aie exposé pendant un quart-d'heure à la plus grande chaleur de la flamme d'une bougie, entretenue par le chalumeau ordinaire. Cette même substance ayant été présentée à la flamme du gaz, la fusion fut lente et tranquille. Le marékanite offrit ensuite un petit globule de verre incolore et limpide comme celui du cristal de roche après la fusion ; mais ce globule était très-éclatant, très-transparent et sans bulles.

« S'il fallait entrer dans le détail des changemens produits dans les corps qui ont été auparavant connus pour

être fusibles, on étendrait cet article à une longueur trop grande pour pouvoir être inséré dans votre journal. Je bornerai donc le reste de mes observations aux résultats que j'ai obtenus en renouvelant mes expériences sur les terres. Ces expériences m'ont permis de mettre hors de doute le caractère métallique de la baryte et de la strontiane, et de montrer les métaux retirés de ces terres en présence des personnes déjà nommées et d'autres membres de l'université. J'ai aussi retiré, dans une expérience, un métal de la silice pure, lequel conserve l'éclat métallique et la blancheur dans un plus grand degré que l'argent le plus pur; mais, à l'égard de ce dernier métal, je n'ai pas encore été capable de le reproduire d'une manière tout-à-fait satisfaisante. Commençons donc par la baryte.

« Ayant obtenu une portion de cette terre parfaitement pure, j'en ai mêlé une partie (le 20 août) avec de l'huile de lampe; j'ai pétri ces deux substances ensemble dans un mortier de porcelaine, et j'en ai fait une pâte (1). On plaça cette pâte sur du charbon; on la présenta à la flamme du gaz, et on la tint pendant quelques minutes exposée à sa plus intense chaleur (2). De cette manière la pâte fut fondue, et prit la forme d'un *laitier* noir et

---

(1) Ce procédé n'est point nécessaire. J'ai trouvé subséquemment que la terre de baryte est instantanément réductible à l'état métallique, sans qu'il soit besoin d'ajouter soit de l'huile, soit du charbon.

(2) On peut augmenter ou diminuer la chaleur, en augmentant ou diminuant le volume du gaz au moyen du robinet du réservoir.

luisant comme celui du fer dans un haut fourneau. Une petite portion de ce laitier fut ensuite fixée avec un peu de borax à l'extrémité d'un tuyau de pipe, et exposée de nouveau à la flamme du gaz. Le laitier étant alors tout-à-fait adhérent à la terre de pipe, fut limé, et présenta une surface avec un brillant métallique qui ressemblait à celui de l'argent. Cette expérience fut répétée plusieurs fois, quelquefois avec du charbon, et d'autres fois sans charbon, et toujours avec le même résultat. Dans chaque cas, le laitier, limé, avait un brillant métallique qui, lorsque le métal était pur, paraissait plus vif que celui de l'argent. Si le métal était obtenu dans un état imparfait, il ressemblait au plomb; quelquefois il avait à peine l'éclat métallique, et il avait l'apparence de la corne. Je me déterminai ensuite à examiner l'effet qui serait produit en gardant le laitier sur du charbon durant une longue continuation de la chaleur. Dans cette intention, je consumai trois mesures du gaz condensé dans le réservoir du chalumeau. Le laitier fut alors converti en un verre jaunâtre, et la flamme, pendant l'excessive intensité de la chaleur, se colora d'une teinte verte comme celle de la chrysolite. Croyant, d'après l'apparence de ce verre, que j'avais continué la chaleur trop long-temps (1) et que le métal était consumé, j'essayai quel effet l'humidité produirait dessus, en le plaçant dans un verre à boire à demi plein d'eau. Il commença à décomposer

(1) Des expériences subséquentes m'ont convaincu que le charbon a la propriété de vitrifier les métaux des terres durant leur réduction; il vaut mieux par conséquent ne pas se servir de charbon dans ces expériences.

l'eau lentement; une poussière blanchâtre se détachait du verre et tombait dans le liquide. J'ajoutai ensuite de l'acide nitrique; mais comme la dissolution était très-lente et presque imperceptible, j'enlevai la petite masse de verre, et l'ayant examinée à la loupe, j'aperçus qu'il y avait à son centre une substance noire, semblable au plomb. On la présenta de nouveau à l'action du gaz enflammé; il en résulta un nouveau *laitier*, noir et luisant dans toutes les parties qui furent en contact avec la flamme; et ce *laitier*, après avoir été limé, présenta une surface métallique plus brillante qu'aucune de celles que j'aie jamais vues. Je peux seulement, quant à la couleur et à l'éclat, comparer ce métal à l'argent le plus pur, et il semblait être également ductile. Dans l'espace de trois minutes cependant, il s'oxidait; mais on en renouvelait l'éclat métallique par l'application de la lime; à la fin, tout le métal ayant été emporté par la lime, il ne resta plus qu'un laitier terne qui n'était point métallique, et qui n'avait que le brillant de la corne. L'acide nitrique, d'où ce laitier avait été retiré, donnait, avec le prussiate de potasse, un précipité d'une couleur verte très-prononcée; mais ce précipité peut être dû à la fois aux impuretés de l'eau et de l'acide. Quoi qu'il en soit, on ne peut plus révoquer en doute l'existence du métal de la baryte. Comme il sera peut-être nécessaire de lui donner un nom, et comme toute dénomination dérivée du mot βαρυς serait erronée si on en faisait l'application à un métal dont la pesanteur spécifique est inférieure à celle du manganèse ou du molybdène, j'ai hasardé de proposer de le nommer *plutonium*, puisque nous le devons entièrement à l'empire ou au domaine du feu. Suivant Cicéron,

il y avait en Lydie un temple de ce nom, dédié au dieu du feu.

« Après cela, je fis à peu près les mêmes opérations avec la strontiane, et j'en retirai à plusieurs reprises un métal comme celui de la baryte. La strontiane brûla, comme à l'ordinaire, avec sa belle flamme couleur de pourpre. Ce métal conserva son éclat pendant plusieurs heures; mais, à la fin, il fut oxidé et il repassa à l'état terreux. Je l'ai appelé *strontium*, comme a fait sir H. Davy, dans le compte qu'il a rendu de ses expériences sur les terres (1). Continuant ensuite le même procédé par rapport à la silice, j'ai obtenu une fois un culot brillant de métal blanc, bien pur, que j'ai nommé *silicium* pour la même raison; mais je suis à présent incapable de reproduire ce métal. En effet, j'ai suspendu pour quelque temps mes expériences à cause d'une circonstance dont je vais rendre compte.

« On a beaucoup parlé des dangers qui accompagnent ces essais; c'est pourquoi il peut être important pour vos lecteurs d'apprendre que, durant un mois entier que j'ai été occupé sans interruption à faire ces expériences avec le chalumeau, je n'ai éprouvé aucun accident. Mon tube de verre, représenté par *A* dans la figure, avait d'abord 3 pouces de long et au moins $\frac{1}{70}$ de pouce de diamètre intérieurement. Durant ces expériences, l'extrémité du tube se brisait sans cesse, à cause des changemens subits de température; à la fin, je n'employai plus habituelle-

(1) Voyez *Recherches électro-chimiques sur la décomposition des terres*, *etc.*, lues devant la Société royale, le 30 juin 1808, p. 14.

ment qu'un tube de 1 $\frac{3}{8}$ p. de long. On a dit effectivement que *le danger consiste dans la possibilité du mouvement rétrograde de la flamme, qui peut se porter en arrière vers le réservoir et y exciter une explosion*. J'ai vu très-souvent ce mouvement rétrograde de la flamme : cela arrive toutes les fois que le courant de gaz est faible, soit quand le réservoir est presque épuisé, ou quand on suspend le courant au commencement d'une expérience; mais alors il suffit de tourner le robinet pour éteindre la flamme à l'instant; et si elle ne s'éteint pas de cette manière, elle ne se portera en arrière que d'environ $\frac{1}{8}$ pouce; après avoir fait éclater le bout du tube, elle s'en va d'elle-même.

« Comme nous avions résolu d'observer quel serait l'effet d'une explosion effective, nous avons condensé environ quatre pintes de mélange détonnant dans le réservoir; ce qui était tout ce qu'il était capable de contenir; ensuite nous avons attaché une longue ficelle à la clef du robinet; nous avons enlevé le tube de verre *A*, laissant au gaz la facilité de se précipiter sur la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, en passant à travers une ouverture de près d'un huitième de pouce en diamètre. Le professeur Cumming, qui tenait le cordon pour ouvrir la communication, s'était éloigné d'environ 3 toises de l'appareil, et le reste de la compagnie s'était porté aux extrémités d'une grande salle où se font les cours de chimie. A l'ouverture de la soupape du robinet, tout le gaz fit explosion avec un bruit presque égal à un coup de canon, et avec une violence capable de mettre en pièces le réservoir de cuivre, dont une partie, lancée contre un mur, fut pliée en deux. Le robinet fut aussi projeté au loin. Qu'il y ait du danger à redouter lorsque

l'orifice est trop grand, cela est évident; mais, en prenant des précautions convenables, toute crainte d'explosion est chimérique. Je continuerai mes expériences avec un appareil semblable et avec un beaucoup plus grand réservoir, aussitôt qu'il pourra être préparé.

« Pour conclure, je regarde ce perfectionnement du chalumeau comme une des plus importantes découvertes qui aient jamais été faites pour l'avancement de la minéralogie et de la chimie, et je ne doute pas que l'usage de cet appareil ne devienne universel. Sa forme portative, la facilité de faire les expériences, et l'avantage de suspendre l'opération à plaisir, de manière à observer tous les changemens qui arrivent, et par conséquent à suivre les progrès de toutes les décompositions qui peuvent avoir lieu, tout donne à cet appareil une supériorité décidée sur toutes les inventions de ce genre qui ont été adoptées jusqu'à présent. Si à tout cela vous ajoutez aussi ce fait étonnant, savoir, qu'avec un appareil construit sur d'aussi petites dimensions, on produit un degré de chaleur qui surpasse celle de la plus puissante batterie galvanique, on conviendra sûrement que l'inventeur de ce chalumeau a des titres aux remercîmens et aux éloges de ses contemporains.

« J'ai l'honneur d'être, etc.

« Edw. Daniel Clarke. »

Cambridge, 1er septembre 1816.

P. S. *Sept.* 14. « Depuis que j'ai écrit la lettre précédente, j'ai renouvelé mes expériences. J'ai reconnu qu'il n'était pas nécessaire d'employer l'huile ou le charbon pour obtenir les métaux des terres. Le métal de la

baryte se retire directement et presque instantanément de la terre elle-même. J'ai évalué la pesanteur spécifique du métal de la baryte, et je l'ai trouvée égale à 4 ; mais comme des bulles de gaz hydrogène adhèrent au métal durant l'expérience, à cause de la décomposition de l'eau, et comme ce métal s'oxide rapidement et se réduit en poudre, cette évaluation est trop faible. Hier, j'ai mis de l'argent pur en contact avec le métal de la baryte, et j'ai fondu les deux métaux ensemble ; il en est résulté un alliage d'une couleur plus sombre que l'argent, ressemblant en quelque sorte à l'étain granulé ou au plomb. En continuant la chaleur, l'argent s'est dissipé en vapeurs blanches et épaisses. Si le nom que j'ai proposé pour le métal de la baryte est adopté, cet alliage peut s'appeler *argent plutonien*. J'ai ensuite essayé une expérience semblable avec l'or ; mais les deux métaux ne se combinent point. Il ne se fait aucun changement dans le plutonium en le mettant simplement en contact avec le mercure. Son action sur le palladium est d'une nature très-particulière : placé sur une lame polie de ce métal et chauffé à la flamme du gaz, il s'étend sur cette lame, prend l'apparence d'un bronze verni, et forme ainsi un alliage avec le palladium, jusqu'à ce que celui-ci commence à fondre. Fondu sur le platine, le plutonium donne à ce métal une surface qui ressemble au laiton poli. Un des résultats les plus remarquables que j'aie obtenus au moyen du chalumeau, est l'extraction du fer des pierres météoriques, qui toutes sont réductibles en fer sans augmentation et sans diminution de poids. Ce fer supporte très-bien l'action de la lime ; il a son brillant métallique et il est hautement magnétique. Ce fer ressemble à celui

que les forgerons nomment *mâchefer* (*iron blubbers in clinker*), et il a la même pesanteur spécifique, laquelle ne passe pas 2,666 : ce métal est presque à l'état de scories. De là il suit que, pour qu'il pût tomber du fer de l'atmosphère, il faudrait seulement que les concrétions pierreuses qui s'y forment subissent un degré de chaleur plus grand que celui qui les accompagne lorsqu'elles descendent ou tombent sous la forme de pierres. J'ai exposé aujourd'hui à la flamme du gaz 8 grains d'une des pierres météoriques qui tombèrent à l'Aigle en Normandie; cette substance a éprouvé une prompte fusion et s'est convertie en une scorie noire : en continuant la chaleur, cette scorie commença à bouillir et se réduisit en un culot de fer pesant exactement 8 grains. Je dois, pour le moment, abandonner aux réflexions de vos lecteurs les conséquences ultérieures de ce fait remarquable. Si la chaleur est trop long-temps continuée, la combustion du fer en est le résultat, avec les phénomènes accoutumés. »

MÉMOIRE

Sur les propriétés nutritives des substances qui ne contiennent pas d'azote.

Lu à l'Académie des Sciences le 19 août 1816.

PAR M. F. MAGENDIE.

ON n'a que des connaissances très-superficielles sur le mouvement moléculaire qui constitue la nutrition des animaux; on sait d'une manière générale que ce mou-

vement existe; les excrétions habituelles, la nécessité des alimens, plusieurs maladies, quelques expériences directes en sont des preuves incontestables. On sait encore que ce mouvement est plus rapide chez les enfans et dans la jeunesse que dans un âge plus avancé. On a aussi reconnu qu'il présente des modifications remarquables dans les différentes classes d'animaux; mais c'est à peu près là que se bornent les notions positives touchant le mouvement nutritif : son mode particulier, les variations qu'il doit subir dans chaque organe, les lois qui le régissent, sont à peu près entièrement inconnus.

Ce n'est point que la nutrition ait été négligée par les physiologistes; au contraire, elle a été souvent l'objet de conjectures et de suppositions quelquefois très-ingénieuses; mais notre science est encore si imparfaite, qu'à moins d'y suivre pas à pas l'expérience, on ne peut éviter de s'égarer : aussi toutes les hypothèses qui ont été faites sur la nutrition ne sont-elles réellement que l'expression de l'ignorance où nous sommes de la nature de ce phénomène, et n'ont-elles d'autre utilité que de satisfaire plus ou moins l'imagination.

Il serait cependant bien à désirer qu'on pût arriver à des données exactes sur le mouvement nutritif. Ce phénomène est l'un des plus généraux et des plus importans que présentent les animaux. La plupart des maladies n'en paraissent être que des altérations, et par conséquent les découvertes que l'on pourrait faire sous ce rapport conduiraient non-seulement à avancer la physiologie, mais même à des applications utiles en médecine; but vers lequel doivent en définitive tendre nos travaux.

J'ai fait, dans ce dernier temps, quelques essais qui

peut-être pourront commencer à éclairer cet important objet de recherche.

Ce serait un point capital, dans l'histoire de la nutrition, si l'on savait d'où vient l'azote qui se trouve en si grande abondance dans le corps des animaux. Aussi la question a-t-elle été plusieurs fois agitée. Les uns ont soutenu que les alimens seuls pouvaient être la source de l'azote; d'autres ont avancé qu'il provenait de l'air atmosphérique, et qu'il était absorbé par les organes de la respiration; enfin quelques personnes pensent qu'il est formé de toute pièce par l'influence de la vie, et que les animaux sont chargés par la nature d'en répandre continuellement dans l'atmosphère.

Ces trois manières d'envisager la présence de l'azote dans les tissus animaux comptent chacune des partisans recommandables; mais comme de part et d'autre on s'est contenté de raisonner et qu'on a négligé les expériences, seul moyen de s'éclairer dans de semblabes discussions, il en résulte que la question est restée indécise.

Cependant ceux qui pensent que l'azote ne vient point des alimens citent, à l'appui de leur opinion, plusieurs faits qui, s'ils étaient en effet tels qu'on les représente, seraient très-favorables à cette doctrine.

Les animaux herbivores, dit-on, se nourrissent de matières purement végétales qui ne contiennent pas d'azote : or, les organes de ces animaux sont azotés comme ceux des carnivores. On rapporte l'histoire des Maures et des caravanes qui, en parcourant les déserts de l'Afrique, n'ont que de la gomme pour toute nourriture : or, l'azote n'entre pas dans la composition de la gomme. On parle encore des nègres et des bestiaux des colonies, qui, à ce

qu'on assure, peuvent vivre très-long-temps et même engraisser beaucoup en ne mangeant que du sucre, substance analogue à la gomme pour la composition chimique. On aurait pu ajouter que plusieurs substances qui ne contiennent pas d'azote, telles que les huiles, les graisses, le beurre, passent généralement pour être très-nourrissantes, et qu'on a la même opinion pour la gomme et surtout pour le sucre.

S'il était en effet bien démontré que des substances privées d'azote sont cependant susceptibles de nourrir, il faudrait bien chercher ailleurs que dans les alimens la source de l'azote qui entre en si grande proportion dans les organes des animaux.

Mais les faits que l'on rapporte sont loin de conduire à cette conséquence ; pour qu'on pût la détruire, il faudrait que les végétaux dont se nourrissent les herbivores ne renfermassent point d'azote, et l'on sait maintenant qu'ils en contiennent tous en quantité plus ou moins considérable ; il faudrait que le sucre dont font usage les nègres fût parfaitement pur, et qu'ils ne mangeassent exclusivement que cette substance : or, il est extrêmement rare que les nègres n'ajoutent pas quelques autres alimens au sucre qu'ils mangent, et jamais celui-ci n'est à l'état de pureté ; c'est ordinairement la canne à sucre elle-même. Et, quant à l'histoire des Maures et des caravanes qui, pendant plusieurs semaines et même plusieurs mois de suite, ne se nourrissent que de gomme, avant de rien conclure d'un pareil fait, ne serait-il pas prudent d'en bien constater la réalité ? D'ailleurs, en le supposant parfaitement exact, je crois qu'il ne serait pas de nature à décider complètement la question ; car il n'est pas im-

possible qu'une substance puisse entretenir le jeu des organes pendant quelques semaines, sans être pour cela essentiellement nutritive. Ne sait-on pas que certaines peuplades peuvent vivre une partie de l'année n'ayant que de la terre pour tout aliment?

J'ai pensé qu'on pourrait acquérir quelques notions exactes sur ce sujet en soumettant des animaux, pendant le temps nécessaire, à une nourriture dont la composition chimique serait rigoureusement déterminée.

Les chiens étaient très-propres à ce genre d'expériences; ils se nourrissent, comme l'homme, également bien de substances végétales et animales.

Chacun sait qu'un chien vit très-bien en ne mangeant que du pain; mais, en le nourrissant ainsi, on n'en peut rien conclure relativement à la production de l'azote dans l'économie animale; car le gluten que contient le pain est une substance très-abondante en azote. Pour obtenir un résultat satisfaisant, il fallait nourrir un de ces animaux avec une substance réputée nutritive, mais qui ne contînt pas d'azote.

A cet effet j'ai mis un petit chien âgé de trois ans, gras et bien portant, à l'usage du sucre blanc et pur pour tout aliment, et de l'eau distillée pour boisson : il avait de l'un et de l'autre à discrétion.

Les sept ou huit premiers jours, il parut se trouver assez bien de ce genre de vie; il était gai, dispos, mangeait avec avidité et buvait comme de coutume. Il commença à maigrir dans la seconde semaine, quoique son appétit fût toujours fort bon, et qu'il mangeât jusqu'à six ou huit onces de sucre en vingt-quatre heures. Ses

excrétions alvines n'étaient ni fréquentes ni copieuses; en revanche, celle de l'urine était assez abondante.

La maigreur augmenta dans la troisième semaine, les forces diminuèrent, l'animal perdit la gaîté, l'appétit ne fut pas aussi vif. A cette même époque, il se développa, d'abord sur un œil et ensuite sur l'autre, une petite ulcération au centre de la cornée transparente; elle augmenta assez rapidement, et, au bout de quelques jours, elle avait plus d'une ligne de diamètre; sa profondeur s'accrut dans la même proportion; bientôt la cornée fut entièrement perforée, et les humeurs de l'œil s'écoulèrent au-dehors. Ce singulier phénomène fut accompagné d'une sécrétion abondante des glandes propres aux paupières.

Cependant l'amaigrissement allait toujours croissant; les forces se perdirent; et quoique l'animal mangeât, par jour, de trois à quatre onces de sucre, la faiblesse devint telle, qu'il ne pouvait ni mâcher, ni avaler; à plus forte raison, tout autre mouvement était-il impossible. Il expira le trente-deuxième jour de l'expérience. J'ouvris son cadavre avec toutes les précautions convenables; j'y reconnus une absence totale de graisse; les muscles étaient réduits de plus des cinq sixièmes de leur volume ordinaire; l'estomac et les intestins étaient aussi très-diminués de volume et fortement contractés.

La vésicule du fiel et la vessie urinaire étaient distendues par les fluides qui leur sont propres. Je priai M. Chevreul de vouloir bien les examiner; il leur trouva presque tous les caractères qui appartiennent à l'urine et à la bile des animaux herbivores, c'est-à-dire que l'urine, au lieu d'être acide comme elle l'est chez les carnivores, était sensiblement alcaline, n'offrait aucune trace d'acide

urique ni de phosphates. La bile contenait une proportion considérable de pycromel, caractère particulier de la bile de bœuf, et en général de celle des herbivores. Les excrémens, qui furent aussi examinés par M. Chevreul, contenaient très-peu de matières azotées, tandis qu'ils en présentent ordinairement beaucoup.

Un semblable résultat méritait bien d'être vérifié par de nouvelles expériences : je soumis donc un second chien au même régime que le précédent, c'est-à-dire, au sucre et à l'eau distillée. Les phénomènes que j'observai furent entièrement analogues à ceux que je viens de décrire ; seulement les yeux ne commencèrent à s'ulcérer que vers le vingt-cinquième jour, et l'animal mourut avant qu'ils eussent le temps de se vider, comme cela était arrivé chez le chien sujet de la première expérience : du reste, même amaigrissement, même faiblesse, suivis de la mort le trente-quatrième jour de l'expérience ; et, à l'ouverture du cadavre, même état des muscles et des viscères abdominaux, et surtout même caractère des excrémens, de la bile et de l'urine.

Une troisième expérience me donna des résultats tout-à-fait semblables, et je considérai dès-lors le sucre comme incapable seul de nourrir les chiens.

Ce défaut de qualité nutritive pouvait être particulier au sucre ; il était important de s'assurer si d'autres substances non azotées, mais considérées généralement comme nourrissantes, produiraient des effets pareils.

Je pris deux chiens jeunes et vigoureux, quoique de petite taille ; je leur donnai pour toute nourriture de très-bonne huile d'olive et de l'eau distillée ; ils parurent se trouver très-bien de ce régime pendant environ quinze

jours; mais ensuite ils éprouvèrent la série d'accidens dont j'ai fait mention en parlant des animaux qui mangeaient du sucre. Ils n'éprouvèrent point cependant d'ulcération de la cornée; ils moururent tous deux vers le trente-sixième jour de l'expérience; ils présentèrent, sous le rapport de l'état des organes et sous celui de la composition de l'urine et de la bile, les mêmes phénomènes que les précédens.

Une autre substance qui ne contient pas d'azote, mais qui passe pour être aussi nourrissante, c'est la gomme. On pouvait présumer qu'elle agirait comme le sucre et l'huile; mais il fallait s'en assurer directement.

Dans cette vue, j'ai nourri plusieurs chiens avec de la gomme, et les phénomènes que j'ai observés n'ont pas différé sensiblement de ceux dont je viens de rendre compte.

J'ai tout récemment répété l'expérience en nourrissant un chien avec du beurre, substance animale privée d'azote : il a d'abord, comme les animaux précédens, très-bien supporté cette nourriture; mais, au bout d'environ quinze jours, il a commencé à maigrir et a perdu ses forces : il est mort le trente-sixième jour, quoique, le trente-deuxième, je lui aie fait donner de la viande à discrétion, et quoiqu'il en ait mangé pendant deux jours une certaine quantité. L'œil droit de cet animal m'a offert l'ulcération de la cornée dont j'ai parlé à l'occasion de ceux qui ont été nourris avec du sucre. L'ouverture du cadavre m'a présenté les mêmes modifications de la bile et de l'urine.

Quoique la nature des excrémens rendus par les différens animaux dont je viens de parler annonçât bien qu'ils digéraient les substances dont ils faisaient usage,

j'ai voulu m'en assurer plus positivement ; c'est pourquoi, après avoir fait manger séparément à plusieurs chiens de l'huile, de la gomme ou du sucre, je les ai ouverts, et j'ai reconnu que ces substances étaient réduites chacune en un chyme particulier dans l'estomac, et qu'ensuite elles fournissaient un chyle abondant : celui qui provient de l'huile est d'un blanc laiteux très-prononcé ; le chyle qui provient de la gomme ou du sucre est transparent, opalin et plus aqueux que celui de l'huile. Il est donc évident que si ces diverses substances ne nourrissent point, on ne doit pas l'attribuer à ce qu'elles ne sont pas digérées.

Ces faits me paraissent de nature à intéresser à la fois la physiologie et la médecine ; ils feront peut-être jeter quelque doute sur les propriétés éminemment nutritives attribuées aux huiles, aux graisses, à la gomme, et surtout au sucre.

Il pourra paraître remarquable que ces substances, quoique faciles à digérer et susceptibles de fournir du chyle, ne puissent entretenir la vie que durant un temps assez limité, et cependant beaucoup plus long que celui qui est nécessaire pour qu'un animal meure de faim. (Un chien privé d'alimens ne vit guère au-delà de dix à douze jours.)

Sous le rapport médical, il peut être important de savoir jusqu'où va l'influence du régime sur la composition des fluides animaux, tels que la bile et l'urine. Si l'on arrivait, par ce moyen, à prévenir la formation des calculs biliaires ou vésicaux, ou même à ralentir leur accroissement, ne serait-ce pas là une heureuse acquisition pour l'humanité ?

En effet, la plupart des graviers et des calculs de la vessie contiennent l'acide urique, des phosphates et l'ammoniaque en grande proportion. Ces substances sont composées en grande partie d'azote. Ne peut-on pas raisonnablement présumer, d'après les expériences que j'ai rapportées, qu'en diminuant dans les alimens les substances azotées, on diminuerait dans l'urine la proportion des matières qui donnent lieu à la formation des calculs?

Le travail que je viens d'avoir l'honneur de présenter à l'Académie pourrait à la rigueur suffire, ce me semble, pour rendre, sinon positif, du moins très-probable que l'azote qui se trouve dans l'économie animale est en grande partie extrait des alimens ; mais comme ce même travail nous a conduit à des vues nouvelles sur le traitement de l'une des plus affligeantes maladies qui attaquent l'homme, je me propose de le reprendre sur un plan plus vaste, et surtout de constater chez l'homme si l'usage des alimens non azotés ferait disparaître de l'urine l'acide urique et les phosphates, et si par conséquent on peut espérer, par le régime, de prévenir la formation des calculs vésicaux (1).

---

(1) J'ai conclu de mes expériences que le sucre ne paraît pas susceptible de pouvoir seul nourrir les chiens; le rédacteur du *Journal de l'Institution royale de Londres* trouve cette conséquence en contradiction avec certains faits. « Il est connu en Angleterre, dit-il, que des individus, après des naufrages, ont vécu plusieurs jours (*Several days*) n'ayant que du sucre pour tout aliment. » Je ne vois pas en quoi ces faits infirment ma conclusion; car, de ce que des hommes ont pu vivre quelques jours en ne mangeant que du sucre, il ne s'ensuit pas qu'ils auraient pu vivre long-temps de cette

manière. D'ailleurs, les animaux nourris avec du sucre n'en ressentent aucun mauvais effet avant le 12ᵉ ou 15ᵉ jour. De plus, ce n'est pas toujours impunément que l'on fait un usage exclusif du sucre comme aliment. En décembre 1793, le vaisseau le Caton, de 74, étant à la mer, fit rencontre, à 300 lieues des côtes de France, d'une galiote de Hambourg qui avait été démâtée et presque entièrement coulée par une tempête; la partie de l'arrière du navire nommée *couronnement* était seule restée au-dessus de l'eau; cinq hommes, qui s'y étaient réfugiés, et qui avaient résisté aux coups de mer par lesquels les autres avaient été enlevés, s'étaient nourris, pendant neuf jours, de sucre qui s'était trouvé dans l'une des armoires pratiquées dans le plat-bord de cet endroit. Cette substance et une très-petite quantité de rhum étaient tout ce qu'ils avaient pris ponr s'alimenter pendant ce temps. Recueillis par les embarcations du vaisseau, on leur prodigua tous les soins possibles : cependant les trois plus âgés périrent avant la relâche du vaisseau à Lorient.

M. Moreau de Jonnès, qui m'a communiqué ce fait, en a été témoin oculaire. Il était dans l'une des embarcations qui recueillirent ces malheureux, dont la faiblesse était si grande qu'à l'exception des plus jeunes, ils pouvaient à peine se prêter à ce qu'il fallait faire pour quitter le navire naufragé.

Une expérience très-intéressante a été faite assez récemment par un médecin anglais nommé *Stark*; je suis étonné que le rédacteur du journal cité n'en ait pas eu connaissance.

Ce médecin, voulant apprécier la propriété nutritive du sucre, s'en nourrit exclusivement pendant environ un mois; mais il fut alors obligé de renoncer à ce régime. Il était devenu très-faible et bouffi; son visage présentait des taches rouges livides qui semblaient annoncer une ulcération prochaine. Il est mort peu de temps après son expérience, et les personnes qui l'ont connu pensent qu'il pourrait bien en avoir été la victime.

Il y a quelque temps qu'un particulier de Paris fit une expérience à peu près semblable : il se nourrit seulement de pommes de terre et d'eau. Au bout d'un mois sa faiblesse était extrême, et la sécrétion de l'urine d'une abondance extraordinaire. Il reprit la nourriture azotée et se rétablit en quelques semaines.

J'ai déjà fait quelques essais pour le traitement de la gravelle par la nourriture non azotée : jusqu'ici ils m'ont réussi ; mais il faut près d'un mois avant que les effets de ce régime deviennent manifestes sur la formation des graviers : alors la quantité de l'urine augmente beaucoup, et le corps maigrit sensiblement. Dès que j'aurai un nombre suffisant d'observations, et que le temps les aura confirmées ou infirmées, je les rendrai publiques. En attendant, je désirerais beaucoup que les médecins voulussent bien faire quelques tentatives dans ce genre ; la physiologie, la chimie animale et la médecine ne pourraient qu'y gagner.

Je dirai, à cette occasion, que, dans le traitement de la gravelle par le régime, il ne s'agit pas de faire disparaître entièrement de l'urine l'acide urique, mais seulement d'en diminuer l'excès. Or, j'ai observé que presque toutes les personnes atteintes de gravelle sont replètes, et sont de grands mangeurs de viande, de poisson, de laitage, de pain de froment et autres substances fortement azotées, et qu'en général elles ont passé l'âge de l'activité musculaire et font peu d'exercice. Ne peut-on donc attribuer à l'usage trop abondant de ce genre d'alimens l'excès de l'acide urique et des phosphates dans l'urine? et n'est-il pas rationnel de croire qu'en diminuant beaucoup et pendant le temps nécessaire la proportion de ces substances, et en rendant l'exercice plus fréquent, on pourra infirmer sur la nature de l'urine? L'expérience décidera ; mais tout ce que j'ai eu sous les yeux est jusqu'ici conforme à cette doctrine.

Rapport fait à l'Académie des Sciences le 14 octobre 1816, sur un Mémoire de M. Hachette, *relatif à l'écoulement des fluides par des orifices en minces parois, et par des ajutages cylindriques ou coniques.*

Académie des Sciences.

L'Académie nous a chargés, MM. Poisson, Ampère et moi (M. Cauchy), de lui rendre compte d'un nouveau Mémoire de M. Hachette sur l'écoulement des fluides par des orifices en minces parois, et par des ajutages appliqués à ces orifices. On se rappelle que M. Hachette a déjà présenté sur ces objets un travail qui a obtenu, sur le rapport de M. Poisson (1) (du 5 février 1816), l'approbation de l'Académie. Quelques-unes des nouvelles expériences confirment les conclusions établies dans le premier Mémoire; d'autres offrent des résultats nouveaux. Nous allons rendre compte des unes et des autres, et faire voir comment l'auteur parvient à déterminer l'influence qu'exercent sur les phénomènes d'écoulement par un orifice donné, la grandeur de l'orifice, sa forme, celle de la surface sur laquelle il est placé, l'addition d'un ajutage cylindrique ou conique, la hauteur du liquide et sa nature, enfin le milieu environnant.

Grandeur de l'orifice.

Toutes circonstances étant d'ailleurs égales, la con-

---

(1) *Voyez* tome Ier, Cahier de février 1816, pag. 202 et suivantes.

traction (1) de la veine qui sort par un orifice en minces parois décroît avec les dimensions de l'orifice. Cette proposition, que M. Hachette avait établie dans son premier Mémoire, se trouve confirmée dans celui-ci par de nouvelles expériences. Toutefois ces expériences le conduisent à augmenter la contraction de la veine qu'il avait d'abord indiquée pour l'orifice circulaire d'un millimètre de diamètre, et de la porter de 0,22 à 0,31. La contraction se réduit à 0,23 pour un orifice de $\frac{55}{100}$ millimètre de diamètre. Dans l'appareil dont on se sert pour jauger les eaux courantes par pouces de fontainier, elle est de 0,31

---

(1) Nous appelons *section contractée* la plus petite des sections faites dans la veine parallèlement au plan de l'orifice; et *contraction de la veine*, la différence entre l'aire de l'orifice et l'aire de la section contractée, dans le cas où l'on prend l'aire de l'orifice pour unité. Comme la vitesse commune à tous les points de la section contractée est à très-peu près la vitesse due à la hauteur du fluide au-dessus de l'orifice, il en résulte que la dépense effective ne diffère pas sensiblement de celle que fournirait le théorème de Torricelli pour un orifice égal en surface à la section contractée. Par suite, si l'on compare la dépense théorique calculée par l'orifice donné à la dépense effective, la différence entre ces deux dépenses rapportée à la dépense théorique prise pour unité, sera la mesure de la contraction de la veine. C'est d'ailleurs en quelque sorte la contraction de la dépense. C'est pourquoi nous désignerons désormais sous le nom de *contraction* l'excès de la dépense théorique sur la dépense observée, rapportée à la première de ces deux dépenses, dans le cas même où la vitesse à la section contractée ne serait plus celle que détermine le théorème de Torricelli. (*Note des Rapporteurs.*)

comme dans le premier des deux cas précédens. Pour les diamètres au-dessus de 10 millimètres, la contraction devient presque constante, et reste comprise entre les hauteurs 0,40 et 0,37.

En considérant quelle est la petitesse des orifices employés pour obtenir une contraction de 0,31 à 023, nous nous sommes demandé si des parois dont l'épaisseur pouvait être négligée relativement à des orifices de 10 millim. de diamètre, devaient encore être regardées comme de minces parois relativement à des orifices dont le diamètre se trouverait réduit à un millimètre ou au-dessous. Il nous semble qu'on ne peut plus faire abstraction de cette épaisseur dans le cas où elle devient comparable au diamètre de l'orifice : alors, sous certaines pressions du moins, elle doit agir sur la veine fluide comme un ajutage cylindrique, c'est-à-dire, augmenter la dépense, ainsi qu'on le verra ci-après. Peut-être que l'on devrait attribuer en partie à cette cause la diminution de contraction observée dans l'écoulement par les orifices d'un très-petit diamètre, et qu'il serait possible, sans altérer le diamètre, d'obtenir des contractions différentes en faisant varier l'épaisseur. C'est une conjecture qui expliquera pourquoi des orifices d'un millimètre de diamètre n'ont pas toujours donné le même produit, mais qui néanmoins exige de nouvelles expériences pour se changer en certitude.

Forme de l'orifice.

La forme de l'orifice en minces parois n'influe pas d'une manière sensible sur la dépense, à moins que le contour de l'orifice ne présente des angles rentrans ; mais cette même forme a une influence marquée sur la sur-

face extérieure de la veine fluide. Comme la contraction augmente avec les dimensions des orifices, il était naturel de penser que, pour une veine fluide qui s'échappe entre les deux côtés d'un angle saillant, la contraction doit augmenter à mesure que l'on s'éloigne du sommet de l'angle, en sorte qu'une section faite à une petite distance du plan de l'orifice et parallèlement à ce même plan soit terminée, non plus par deux lignes droites, mais par deux arcs de courbe convexes l'un vers l'autre : c'est effectivement ce qui a lieu. Il en résulte que, dans le cas où le contour de l'orifice est un polygone régulier, chaque côté du polygone devient la base non pas d'un plan, mais d'une surface qui, vue de l'extérieur, est concave depuis l'orifice jusqu'à la section contractée. La concavité de la surface, après avoir atteint son *maximum* entre ces deux sections, diminue à mesure que l'on s'approche de la section contractée, et se change même au-delà, en vertu de la vitesse acquise, en une convexité très-marquée, de manière à faire voir une arête saillante là où se trouvait un creux. Ce creux et l'arête qui lui succède prennent naissance sur le milieu du côté que l'on considère, et sont situés dans un plan perpendiculaire sur ce même côté. Lorsque le contour de l'orifice présente un angle rentrant, une arête, creuse d'abord et saillante ensuite, passe par le sommet de cet angle.

Forme de la surface sur laquelle l'orifice est placé.

Suivant que cette surface tourne sa concavité ou sa convexité vers l'intérieur du vase qui renferme le liquide, la dépense croît ou diminue. M. Hachette confirme cette assertion par l'exemple d'un orifice dont ce

contour présente un angle rentrant, et qui se trouve situé à l'extrémité d'une pyramide concave vers l'intérieur du vase. En retournant seulement la pyramide, on fait varier la dépense dans le rapport de 100 à 71. L'effet dont il est ici question doit être attribué, comme les phénomènes capillaires, à l'adhésion des parois du vase pour le liquide, et du liquide pour lui-même; et c'est encore la même cause qui produit le phénomène des ajutages, ainsi qu'on va l'expliquer.

Addition d'un ajutage cylindrique capillaire.

Lorsqu'à la suite d'un orifice on place un ajutage cylindrique ou conique, il peut arriver ou que la veine fluide adhère aux parois de l'ajutage et remplisse exactement sa capacité, ou qu'elle se détache de ces mêmes parois. Dans ce dernier cas, l'écoulement a lieu comme si l'ajutage n'existait pas; mais, dans l'autre hypothèse, l'action exercée sur les molécules intérieures de la veine fluide, par celles qui sont en contact avec les parois de l'ajutage, produit le double effet de dilater la veine, ou de diminuer sa vitesse.

Lorsque la longueur de l'ajutage n'est pas assez considérable pour que le second de ces deux effets devienne sensible, la dilatation de la veine produit une augmentation considérable dans la dépense. Ainsi, par exemple, tandis qu'un orifice circulaire de $9\frac{1}{2}$ millimètres de diamètre a donné, sous une pression de 142 millimètres, une contraction de 0,36, il a suffi d'ajouter à cet orifice un ajutage d'égal diamètre et de 6 millimètres de longueur, pour obtenir, sous une pression de 30 millimètres, une contraction de 0,07 seulement.

Lorsque la longueur de l'ajutage devient très-considérable relativement à son diamètre, la vitesse des molécules fluides se trouve sensiblement retardée par l'action de celles qui sont en contact avec les parois de l'ajutage; il en résulte dans la dépense une diminution qui finit par détruire en partie et quelquefois même par surpasser l'augmentation produite par la dilatation de la veine. Par exemple, si, dans la dernière des expériences citées, on augmente considérablement la longueur de l'ajutage, la dépense deviendra beaucoup moindre; la contraction, d'après le calcul de Poléni, s'élèvera de 0,07 à 0,18.

Si l'on adapte un ajutage à un orifice donné, de manière qu'une portion de l'ajutage pénètre par l'orifice dans l'intérieur du vase où le liquide se trouve renfermé; si, de plus, la paroi de l'ajutage est très-mince, ou du moins se termine en biseau vers l'extrémité par laquelle le liquide s'y introduit, l'effet sera le même que dans le cas où l'orifice est placé sur une surface convexe vers l'intérieur du vase, c'est-à-dire que la dépense devra être diminuée. Borda a en effet observé que, pour des ajutages cylindriques à mince paroi d'un grand diamètre, et entièrement plongés dans le liquide, la dépense se trouve réduite à moitié. Lorsqu'on emploie un tube capillaire dont une extrémité terminée en biseau pénètre dans l'intérieur du vase, la cause qu'on vient d'énoncer, jointe à la diminution de vitesse provenant de ce que la longueur du tube est toujours très-grande relativement à son diamètre, doit produire dans la dépense une diminution considérable. M. Hachette a vérifié cette conjecture au moyen du tube capillaire dont la longueur était de 49,3 millimètres, et le diamètre de 1,19 millimètre.

Ce tube, terminé en cône vers son extrémité, a occasioné, sous une pression de 24 centimètres, une diminution de 0,60 dans la dépense calculée d'après le théorême de Torricelli.

Lorsqu'on augmente indéfiniment la longueur d'un tube capillaire, on finit par trouver une limite au-delà de laquelle le liquide ne coule plus que goutte à goutte; mais cette limite varie avec la hauteur du liquide au-dessus de l'orifice, comme on le verra tout à l'heure.

Hauteur du liquide au-dessus de l'orifice.

La contraction de la veine diminue avec cette hauteur, ou, ce qui revient au même, avec la pression qui en résulte. Ainsi, par exemple, tandis qu'un orifice de 27 millimètres de diamètre donne, sous une pression de 15 centimètres, une contraction de 0,40 environ, le même orifice, sous une pression de 16 millimètres, donne une contraction de 0,31 seulement.

Puisque la veine fluide tend à se contracter à mesure que la pression augmente, il était naturel de penser que, dans le cas où l'on se sert d'un ajutage, le fluide, par des pressions toujours croissantes, doit tendre de plus en plus à se détacher des parois de l'ajutage, et peut finir par s'en séparer : c'est effectivement ce qui a lieu. La pression nécessaire pour effectuer la séparation diminue, comme on devait s'y attendre, avec la longueur de l'ajutage. Elle est plus petite pour un ajutage conique que pour un ajutage cylindrique, et décroît en même temps que l'angle au sommet du cône que l'on considère. M. Hachette a trouvé que, pour un ajutage de 6 millimètres de longueur et $9\frac{1}{2}$ millimètres de diamètre, elle

était encore supérieure à 30 millimètres. Il détruit, par ce moyen, une opinion accréditée par M. Samuel Vince, physicien anglais, savoir, que l'écoulement ne peut plus se faire à plein tuyau pour des ajutages dont la longueur était au-dessus de 6 millimètres.

Lorsque la hauteur du liquide au-dessus d'un orifice devient très-petite, la veine fluide finit par obtenir une forme particulière très-différente de celle qu'elle affectait auparavant, et qui paraît indépendante de la forme de l'orifice. M. Hachette désigne les veines de cette espèce sous le nom de *veines secondaires*. Il les a également observées avec des orifices et des ajutages de toutes figures et de toutes grandeurs.

Si l'on fait décroître indéfiniment la hauteur du liquide après avoir obtenu des veines secondaires, on trouvera enfin une limite au-dessus de laquelle l'écoulement cessera d'être continu. M. Hachette a particulièrement recherché les lois de ce dernier phénomène, dans le cas où l'on emploie pour ajutages des tubes cylindriques capillaires. Six expériences, faites sur de semblables tubes de diverses longueurs et de même diamètre, paraissent prouver que la limite en question est proportionnelle à la longueur des tubes.

Lorsque le vase qui renferme le liquide a des dimensions très-petites relativement à celles de l'orifice, la forme de la veine se trouve sensiblement altérée et devient très-irrégulière; mais on peut toujours faire disparaître cette irrégularité en augmentant suffisamment la hauteur du liquide.

Nature du fluide.

Les expériences que nous avons rapportées ci-dessus

ont été faites avec de l'eau. La plupart des phénomènes d'écoulement restent les mêmes lorsqu'on substitue le mercure à l'eau. Ainsi, par exemple, la contraction relative à l'orifice d'un millimètre de diamètre en minces parois, et celle que donne, sous une pression de 24 centimètres, un tube capillaire de 49,3 millimètres de longueur et 1,19 millimètres de diamètre, sera, pour le mercure comme pour l'eau, la première de 0,31, et la seconde de 0,60.

L'alcool, dont les molécules adhèrent moins l'une à l'autre que celle de l'eau, s'écoule plus promptement. Par la même raison, la pression nécessaire pour détacher une veine fluide des parois d'un ajutage est plus faible pour l'alcool que pour l'eau.

Lorsqu'on substitue l'huile à l'eau, la viscosité de l'huile augmente considérablement la durée de l'écoulement par les petits orifices. Pour un orifice d'un millimètre de diamètre, les temps d'écoulement pour ces deux liquides ont été dans le rapport d'un à trois.

La nature du fluide est une des causes principales desquelles dépendent la continuité ou la discontinuité du jet dans l'écoulement par des tubes capillaires. Lorsqu'on a employé l'eau, le filet est resté continu à toute pression pour un tube d'un diamètre égal ou supérieur à un millimètre; mais lorsqu'on a fait usage d'huile, l'écoulement par un semblable tube, dont la longueur n'excédait pas 5 centimètres, ne s'est plus fait que goutte à goutte sous la pression d'une colonne d'huile de plus d'un mètre de hauteur.

Milieu environnant.

Dans les expériences sur l'écoulement d'un fluide par

un orifice ou un ajutage donné, l'air environnant peut influer de deux manières, savoir, 1° en modifiant les pressions exercées sur l'orifice par le liquide que l'on considère; 2° en opposant une certaine résistance à la sortie du liquide ou à son mouvement. Pour que le premier de ces deux effets devienne sensible, il est nécessaire que la pression verticale exercée de haut en bas sur la surface supérieure du liquide, et la pression exercée en sens contraire sur la surface extérieure de l'orifice ou de l'ajutage, soient très-différentes l'une de l'autre. C'est ce qu'on obtient en laissant la partie supérieure du vase qui renferme le liquide exposée à l'air libre, et plaçant l'orifice ou l'ajutage par où le liquide s'écoule sous le récipient d'une machine pneumatique, dans lequel on raréfie l'air à volonté. A l'aide de cet artifice, et en diminuant progressivement la force élastique de l'air sous le récipient, on observe les mêmes phénomènes que produit à l'air libre l'augmentation graduelle de la hauteur du liquide. On a même l'avantage de pouvoir déterminer une pression très-considérable à peu de frais. C'est par ce moyen que M. Hachette est parvenu à fixer la diminution de la dépense, sous une pression équivalente à 10 mètres d'eau, pour des ajutages capillaires terminés en cône vers les orifices; diminution qui s'est trouvée la même que pour les ajutages en minces parois et d'un grand diamètre, entièrement plongés dans un liquide.

Si, au lieu d'augmenter la pression, on voulait la diminuer, il suffirait évidemment de laisser l'orifice ou l'ajutage donné exposé à l'air libre, et de mettre la surface supérieure du liquide en contact avec l'air

raréfié sous le récipient d'une machine pneumatique.

Il nous reste à parler de la résistance qu'oppose, à la sortie et au mouvement de la veine fluide, le milieu environnant. Quelques physiciens avaient pensé qu'on doit attribuer à cette résistance les changemens de forme que la veine éprouve sous des pressions variables; mais cette conjecture se trouve détruite par les expériences de M. Hachette. Il n'a observé aucune différence dans la forme des veines fluides qu'a données, dans l'air et dans le vide, l'écoulement de l'eau et du mercure par un orifice triangulaire.

Un phénomène qui paraît dépendre effectivement de la résistance et de la densité du milieu environnant, c'est l'écoulement d'un fluide par de petits ajutages cylindriques. M. Matthieu Young avait déjà remarqué que, dans ce cas, si l'on place l'appareil sous le récipient d'une machine pneumatique, la dépense va continuellement en décroissant avec la densité de l'air, et qu'à l'air libre la veine fluide coule à plein tuyau, tandis que, dans le vide, elle se détache des parois de l'ajutage; mais ce physicien ne paraissait pas soupçonner la différence qui existe à cet égard entre les tubes d'un grand et d'un petit diamètre. M. Hachette s'est assuré qu'un tube de 6,6 millimètres de diamètre ne pouvait donner, pour diverses densités de l'air, que deux produits différens, suivant que la veine fluide remplissait ou ne remplissait pas l'ajutage. Mais, en se servant d'un tube dont le diamètre était réduit à 3 millimètres, il a obtenu, comme le physicien anglais, une dépense variable par degrés avec la densité de l'air. M. M. Young a conclu de ses expériences que cette dépense atteint son *maximum* lorsque la force

élastique de l'air est équivalente (1) au poids du liquide renfermé dans l'ajutage, et que, dans ce cas, le liquide coule à plein tuyau ; mais cette conclusion paraît très-hasardée. Tout ce qu'on peut assurer, c'est que, pour des tubes d'un très-petit diamètre, lorsqu'on diminue la force élastique de l'air au-delà d'une certaine limite, la dépense va continuellement en décroissant. M. Hachette suppose avec beaucoup de vraisemblance qu'alors la veine fluide remplit seulement une partie de l'ajutage, et il attribue cet effet à la compression provenant de l'air qui cherche à rentrer dans le tuyau pour remplacer celui que le mouvement du fluide entraîne nécessairement au dehors. Lorsque le diamètre du tube augmente, un double courant d'air peut s'établir, et l'effet dont il s'agit cesse d'avoir lieu.

On a pu voir, par ce qui précède, que M. Hachette a déterminé avec beaucoup de soin les principales circonstances des phénomènes que présente le mouvement des fluides, et quelquefois même les lois de ces phénomènes. Néanmoins il reste encore sur ce sujet plusieurs questions à résoudre. Ainsi, par exemple, quelle doit être l'épaisseur des parois d'un orifice à petites dimensions pour

---

(1) J'ai démontré, dans le premier Mémoire sur l'écoulement des fluides par des ajutages, qu'en augmentant la vitesse du fluide qui sort par un ajutage à plein tuyau, la veine liquide se détache des parois de l'ajutage, quand même la force élastique du milieu dans lequel se fait l'écoulement serait très-supérieure au poids du liquide contenu dans l'ajutage.

(*Note de M.* Hachette.)

exercer une influence marquée sur la dépense? Suivant quelle loi, lorsqu'on fait abstraction de cette influence, la contraction varie-t-elle avec la hauteur du liquide et le diamètre de l'orifice? Quelle est pour un diamètre donné la pression pour laquelle la veine fluide se change en veine secondaire, et celle sous laquelle l'écoulement cesse d'être continu? Comment la pression capable de séparer une veine fluide des parois d'un ajutage cylindrique varie-t-elle avec le diamètre, la longueur de l'ajutage et la force élastique de l'air environnant? Enfin, quelle longueur faut-il donner à un ajutage cylindrique d'un diamètre déterminé pour obtenir le *maximum* de dépense? Ce sont autant de problèmes que nous proposerons avec confiance à M. Hachette. Nous pensons qu'en l'engageant à continuer ce genre de recherches, l'Académie doit approuver son Mémoire et en arrêter l'impression dans le *Recueil des Savans étrangers*.

Description d'un thermomètre propre à indiquer des maxima *ou des* minima *de température.*

A, boule de verre terminée par un tube à l'extrémité duquel est un trou capillaire du diamètre d'une petite épingle. Nous supposerons que la boule est remplie d'eau salée ou de tout autre liquide, suivant les circonstances.

CD, tube d'un large diamètre, mastiqué de *F* en *D* autour du tube *BH*. Il est rempli de mercure de *F* en *E*. Voici comment on se sert de l'instrument : supposons que la boule *A*, ainsi que le tube *CD*, soient remplis

d'eau salée à la température de 20° ; on mettra du mercure dans le tube *CD* de *F* en *E*, qui, à cause de la capillarité du trou *B*, ne pourra pénétrer dans la boule. Si la température du milieu dans lequel l'appareil est plongé s'abaisse, il se fera un vide dans la boule ; le mercure le remplira et formera la goutte *A* au fond de la boule. Lorsque tout l'effet sera produit, on retirera le mercure du tube *CD*, et on fera sortir celui qui était entré dans la boule, en la versant et en la chauffant un peu. Ce mercure, reçu dans le tube gradué *G*, fig. 3, indiquera l'abaissement de température réelle au-dessous de 20°, qui est le point duquel nous supposons qu'on est parti.

Maintenant, pour connaître la valeur des degrés du tube *G*, que nous supposons ici égaux et arbitraires, on portera l'appareil, disposé comme il a été dit, d'une température connue à une autre, et on mesurera avec le tube *G* le mercure qui se sera précipité dans la boule. Si l'on veut que les degrés de ce tube soient des degrés centigrades, on marquera la hauteur à laquelle le mercure s'élèvera, et on divisera la portion correspondante du tube en un nombre de parties égal à celui des degrés qui indique la variation de température à laquelle l'appareil a été exposé.

Cet appareil nous paraît particulièrement propre à faire connaître la température des lacs et des mers à de grandes profondeurs. G. L.

Sur la longueur du pendule à secondes.

PAR M. LAPLACE.

(Lu à l'Académie des Sciences le 28 octobre 1816.)

LA variation de la pesanteur est le phénomène le plus propre à nous éclairer sur la constitution de la terre. Les causes dont elle dépend ne sont pas limitées aux parties voisines de la surface terrestre, elles s'étendent aux couches les plus profondes; en sorte qu'une irrégularité un peu considérable dans une couche située à mille lieues de profondeur deviendrait sensible sur la longueur du pendule à secondes. On conçoit que plus cette irrégularité serait profonde, plus son effet s'étendrait au loin sur la terre. On pourrait ainsi juger de sa profondeur par l'étendue de l'irrégularité correspondante dans la longueur du pendule. Il est donc bien important de donner aux observations de cette longueur une précision telle que l'on soit assuré que les anomalies observées ne sont point dues aux erreurs dont elles sont susceptibles. Déjà l'on a fait sur cet objet un grand nombre d'expériences dans les deux hémisphères; et quoiqu'elles laissent beaucoup à désirer, cependant leur marche régulière et conforme à la théorie de la pesanteur indique évidemment, dans les couches terrestres, une symétrie qu'elles n'ont pu acquérir que dans un état primitif de fluidité, état que la chaleur seule a pu donner à la terre entière.

Les difficultés que présente la mesure du pendule disparaissent en grande partie lorsque l'on transporte le même pendule sur différens points de la surface terrestre.

A la vérité, on n'obtient ainsi que les rapports des longueurs du pendule à secondes dans ces lieux divers ; mais il suffit, pour en conclure les longueurs absolues, de mesurer avec soin sa longueur dans un de ces lieux. Parmi toutes les mesures de longueur absolue, celle que nous devons à Borda me paraît être la plus exacte, soit par le procédé dont il a fait usage et par les précautions qu'il a prises, soit par la longueur du pendule qu'il a fait osciller, soit par le grand nombre de ses expériences, soit enfin par la précision qui caractérisait cet excellent observateur. Le peu de différence qu'offrent les résultats de vingt expériences ne laisse aucun doute sur l'exactitude de leur résultat moyen : en leur appliquant mes formules de probabilité, je trouve qu'une erreur d'un centième de millimètre serait d'une extrême invraisemblance si l'on était bien sûr qu'il n'y a point eu de causes constantes d'erreur.

En examinant avec attention l'ingénieux appareil de Borda, on aperçoit une de ces causes dont l'effet, quoique très-petit, n'est point à négliger dans une recherche aussi délicate : le pendule est soutenu par un couteau dont le tranchant s'appuie sur un plan horizontal ; c'est autour de ce tranchant que l'appareil oscille. On suppose, dans le calcul, ce tranchant infiniment mince ; mais, en le considérant avec une loupe, il présente la forme d'un demi-cylindre, dont le rayon surpasse un centième de millimètre. Un premier aperçu porte à croire qu'il faut ajouter ce rayon à la longueur du pendule ; mais, en y réfléchissant, on reconnaît facilement que cette addition serait fautive. En effet, l'oscillation se fait à chaque instant autour du point de contact du cylindre avec le plan, et ce point varie sans cesse : il n'y a donc

que le calcul des forces que le pendule éprouve par l'action de la pesanteur, et par le frottement du couteau sur le plan, pui quisse faire connaître la correction due au rayon du cylindre. En faisant ce calcul, dans la supposition que le couteau ne glisse point sur le plan, je parviens à ce résultat singulier, savoir qu'au lieu d'ajouter le rayon du cylindre à la longueur du pendule, il faut le retrancher. Cette correction est d'autant moins sensible sur la longueur du pendule à secondes, que le pendule mis en oscillation est plus long : dans les expériences de Borda, elle se réduit au quart du rayon du cylindre ; elle surpasse ce rayon dans celles de MM. Bouvard, Biot et Mathieu, qui, par cette raison, ont dû trouver et ont trouvé en effet une longueur du pendule à secondes plus grande que celle de Borda d'environ deux centièmes de millimètre. Il est bien remarquable qu'en appliquant la correction précédente aux résultats des deux mesures, leur différence soit réduite au-dessous d'un demi-centième de millimètre; ce qui prouve à la fois l'exactitude des expériences et la précision de l'appareil imaginé par Borda, précision qu'il sera bien difficile de surpasser.

Si le tranchant du couteau glissait sur le plan qui le soutient, la correction dépendrait de la loi de résistance du frottement, et il deviendrait presque impossible de la déterminer. Il est donc utile de laisser subsister sur ce plan de légères aspérités qui ne permettent pas au couteau de glisser. Il convient de plus de n'imprimer au pendule que des oscillations assez petites pour que le point du tranchant en contact avec le plan ne puisse pas surmonter le frottement qu'il en éprouve.

Extraits de Journaux.

Bibliothèque universelle, juillet 1816.

1°. TROISIÈME et dernier extrait du *Traité de Physique expérimentale et mathématique de M. Biot.*

Cet extrait se compose de plusieurs passages tirés textuellement de l'ouvrage de M. Biot et de quelques notes du rédacteur, destinées à donner une idée générale du phénomène connu sous le nom de *mirage*, et de la lunette à prisme de cristal de roche de M. Rochon.

2°. *Considérations sur les taches du soleil, et observations de celles qui ont paru l'année dernière et celle-ci, recueillies par le professeur Pictet.*

Après quelques remarques destinées à montrer que les taches du soleil n'ont pas pu avoir l'influence que le peuple leur a généralement attribuée cette année (1), M. Pictet rappelle les conséquences principales que les astronomes ont tirées de l'observation de leurs mouvemens apparens, et rapporte plusieurs nouvelles mesures qui sont dues à un de ses compatriotes, M. Eynard l'aîné. Le temps de la rotation réelle du soleil lui a paru être de $25^{j.}9^{h.}26'$: Lalande supposait $25^{j.}10^{h.}10'$; Cassini trouvait un nombre encore plus fort; et comme la détermi-

---

(1) On sera peut-être curieux de comparer mois par mois les années 1815 et 1816, tant sous le rapport de la température que sous celui de la quantité de pluie qui est tombée; le tableau ci-joint montrera qu'à Paris les variations ont été moindres qu'on ne serait d'abord tenté de le supposer : les températures sont exprimées en degrés du thermomètre cen-

nation que M. Biot a consignée dans son astronomie est intermédiaire entre 25j·9h·26' et celle de Lalande,

---

tigrade; les quantités de pluie en centimètres et fractions de centimètre.

JANVIER.			JUIN.		
	Tempér. moyen.	Pluie.		Tempér. moyen.	Pluie.
1815	— 0°,6,	1c,73.	1815	+ 16°,0,	7c,87.
1816	+ 2°,6,	4,90.	1816	+ 14°,8,	5,37.
FÉVRIER.			**JUILLET.**		
	Tempér. moyen.	Pluie.		Tempér. moyen.	Pluie.
	+ 7°,3,	3c,14.		+ 17°,6,	3c,19.
	+ 2°,0,	0,60.		+ 15°,6,	9,67.
MARS.			**AOUT.**		
	Tempér. moyen.	Pluie.		Tempér. moyen.	Pluie.
	+ 9°,6,	4c,06.		+ 17°,7,	1c,50.
	+ 5°,6,	4,38.		+ 15°,5,	5,07.
AVRIL.			**SEPTEMBRE.**		
	Tempér. moyen.	Pluie.		Tempér. moyen.	Pluie.
	+ 10°,3.	3c,03.		+ 15°,5,	3c,18.
	+ 9°,9,	1,28.		+ 14°,1,	6,34.
MAI.			**OCTOBRE.**		
	Tempér. moyen.	Pluie.		Tempér. moyen.	Pluie.
	+ 14°,7,	2c,90.		+ 12°,2,	6c,17.
	+ 12°,7,	3,80.		+ 11°,8,	2,06.

En 1815, la température moyenne des dix premiers mois =+ 12°,0.

En 1816 on trouve + 10,5.

En 1815 la quantité de pluie recueillie pendant les dix premiers mois = 36c,77.

En 1816 on a trouvé 43c,47.

M. Eynard se demande si la rotation du soleil ne serait pas sujette à une accélération : il avoue, à la vérité, que ses données ne sont pas suffisantes pour décider la question ; mais il aurait dû ajouter, ce me semble, que les observations les plus exactes qu'on ait faites des taches du soleil laissent une incertitude de 5 ou 6 h. sur le temps de la rotation de cet astre ; et surtout ne pas avoir l'air de supposer que le nombre que M. Biot a donné se rapporte au temps de la publication de son ouvrage, puisqu'il est déduit de trois observations de M. Messier qui remontent à l'année 1777. L'étude des sciences est maintenant trop étendue pour qu'il n'importe pas de la débarrasser de la foule de questions oiseuses dont on la surcharge très-souvent sans motifs.

* (*Note du Rédacteur.*) L'argument auquel on a ordinairement recours pour montrer que les taches du soleil ne peuvent pas avoir d'influence sensible sur les variations de température que nous éprouvons quelquefois sur la terre, et qu'on tire du peu d'espace qu'elles embrassent sur le disque, ne paraît couclunnt qu'au premier aperçu. En effet, la nature des taches ne nous est pas connue : les uns les regardent comme des amas de scories lancés par d'immenses volcans, etqui nagent dans un océan de matière fluide et incandescente;

La différence, transformée en anciennes mesures, correspond à 2 pouces 5 lignes et 7 dixièmes.

En 1815 on avait compté, depuis janvier jusqu'en octobre inclusivement, 127 jours de pluie; en 1816 on en trouve, dans le même espace de temps, *huit* de plus. En 1815, il avait plu douze fois en juillet; en 1816, ce même mois n'a présenté que *cinq* jours sans pluie.

d'autres imaginent que la région supérieure de l'atmosphère du soleil est seule lumineuse, et qu'il ne se forme de taches que dans les points où deux nuages s'écartent pour laisser voir à nu le corps obscur de l'astre. Dans cette hypothèse, qui est la plus probable des deux, puisque les observations paraissent démontrer que le noyau de chaque tache est au fond d'une cavité, on admettra, avec Herschel, qu'un gaz qui se dégage avec violence, et qui occasionne d'abord un déplacement plus ou moins étendu de quelques parties de l'atmosphère lumineuse, peut devenir à son tour un élément de la combustion, et en redoubler l'activité partout où il se répand. Il serait curieux de suivre pas à pas, et à l'aide d'observations directes, tous ces changemens d'intensité; mais malheureusement les moyens photométriques n'ont d'exactitude que quand on les applique à la comparaison de deux lumières qui s'aperçoivent en même temps. Néanmoins les observations ont appris que la formation d'une tache un peu considérable est presque toujours précédée de l'apparition de ces espaces que *Scheiner* avait déjà aperçus avec ses instrumens imparfaits, et qui se distinguent du reste du disque par la grande vivacité de leur lumière. Un examen très-attentif et continu de toutes les parties de l'astre a montré que des *facules*, pour me servir de l'expression consacrée, existent même hors des régions où les taches noires ne se montrent jamais; qu'elles y occupent des espaces plus ou moins étendus; qu'elles changent de place, de forme et d'éclat dans des temps fort courts; en sorte que sur toute la sarface du soleil la matière lumineuse est sujette à des fluctuations continuelles. Herschel, à qui l'on doit une multitude d'observations de ce genre, a été conduit à supposer que la présence des taches est l'indice d'une abondante émission de lumière et de chaleur, et a cherché à établir cette opinion par des recherches historiques; le *criterium*, auquel il a eu recours (le

prix du blé en Angleterre), semble trop mal choisi pour qu'on puisse regarder son hypothèse comme démontrée; mais on voit du moins qu'elle se fonde sur des observations. L'on ne saurait en dire autant de ces décisions tranchantes que l'on trouve dans la plupart des écrits auxquels les dernières taches ont donné lieu. Les mots d'*absurde*, d'*impossible* découlent rarement de la plume de ceux qui ont l'habitude de consulter la nature. Un ouvrage récent, la *nouvelle Encyclopédie d'Edimbourg*, nous fournira un exemple curieux des modifications que le temps apporte quelquefois à ces jugemens prématurés. J'ai rappelé ci-dessus les idées que Herschel s'est formées de la constitution du globe solaire; je ne dirai pas qu'elles ont eu l'assentiment général, mais du moins qu'elles ont paru probables à un grand nombre d'astronomes. Quelques années auparavant ces mêmes idées avaient été regardées comme une preuve manifeste de folie. Le docteur Elliot ayant été traduit devant le tribunal de Old-Bayley pour avoir tué miss Boydel, le docteur Simmons, appelé en témoignage, soutint que l'accusé avait le cerveau totalement dérangé, et crut le prouver suffisamment en produisant des écrits qui étaient destinés à la Société royale, et dans lesquels le docteur Elliot avait émis l'opinion que l'atmosphère du soleil est lumineuse et que le corps de l'astre peut être obscur !

3°. *Considérations sur la nature des causes qui maintiennent constante ou à peu près constante la proportion de l'azote et de l'oxigène dans l'atmosphère; par Bénédict Prévost.*

M. Prévost se propose de montrer, dans l'écrit dont nous venons de rapporter le titre, que nous n'aurions aucun moyen, même pendant un grand nombre d'années, de reconnaître ni d'apprécier la diminution d'oxigène dans l'atmosphère, lors même que celui qui est absorbé dans la combustion, dans la re piration des êtres

vivans et pendant la fermentation de la terre végétale, ne serait jamais ni restitué ni remplacé. Voici les élémens de son calcul : 1° le rayon de la terre supposée sphérique = 3266600 toises ; 2° la somme des surfaces des continens et des îles est le *quart* de la surface totale du globe ; 3° la hauteur moyenne des terres est de 2000 toises ; 4° la constitution de l'atmosphère est la même dans toute sa hauteur ; 5° la hauteur moyenne du baromètre au niveau de la mer est de 28 pouces ; 6° la pesanteur spécifique du mercure = 13,6 ; 7° chaque lieue de vingt-cinq au degré = 2280,5 toises ; 8° l'eau, l'acide carbonique et les autres substances étrangères à l'azote et à l'oxigène, actuellement existans dans l'atmosphère, forment la cinquième partie de son poids ; 9° il y a *mille millions* d'hommes sur la terre ; 10° chaque homme consomme par jour deux livres, poids de marc, d'oxigène ; 11° tous les autres animaux, y compris ceux qui respirent l'air de l'eau, en consomment deux fois autant que les hommes ; 12° la fermentation de la terre végétale et la combustion en consomment autant que tous les hommes.

Cela posé, M. Prévost trouve que le poids total de l'atmosphère est égal à celui de 4000 cubes de mercure, dont chacun aurait une lieue de côté ; le poids de l'oxigène, pris séparément, est de 900 lieues cubes ; celui qui est consommé, en *cent ans*, par les hommes, les animaux, la combustion et la fermentation de la terre végétale = $\frac{1}{8}$ d'une lieue cube de mercure ; ce qui n'est que la 7200me partie du poids total de ce gaz : les moyens d'analyse les plus exacts ne sauraient faire reconnaître une semblable diminution, puisqu'ils laissent une incertitude de $\frac{1}{400}{}^{me}$.

Mais ne serait-il pas possible de l'évaluer au moins *indirectement* par l'accumulation de l'acide carbonique? or, $\frac{1}{7200}^{me}$ d'oxigène correspond à environ $\frac{1}{5000}^{me}$ d'acide; et ceci n'est que la 30,000^{me} partie du poids de l'oxigène et de l'azote de l'atmosphère réunis. M. Saussure a reconnu qu'en été la proportion de gaz carbonique contenu dans l'air est en poids $\frac{11}{10000}$; donc, au bout de cent ans, on trouverait $\frac{11}{10000} + \frac{1}{30000} = \frac{11}{10000} + \frac{0,33}{10000}$, au lieu de $\frac{11}{10000}$, et cela dans la supposition très-peu probable que l'eau des pluies, de la mer et des rivières n'aurait dissous aucune portion d'acide.

M. Prévost croit néanmoins qu'il existe des causes qui peuvent restituer à l'atmosphère la totalité ou une partie de l'oxigène qui est transformé en acide carbonique, et cite à cette occasion le cas de deux nuages électrisés, l'un positivement et l'autre négativement, qui, d'abord séparés par l'air sec, finissent par se mettre en équilibre électrique : il pense que, dans ce moment, il doit se faire une décomposition d'eau qui mettrait en liberté des proportions plus ou moins considérables d'oxigène et d'hydrogène. Les expériences de Dalton, en tant que faites dans des vases clos, ne lui paraissent pas démontrer que le dernier de ces gaz ne gagnerait pas alors les régions supérieures de l'atmosphère.

3°. Second Extrait du *Système de minéralogie du professeur Jameson*.

4°. *Mémoire sur l'usage de la main droite de préférence à la gauche, par le docteur Zecchinelli*. (*Extrait*.)

L'auteur indique plusieurs circonstances physiologiques dans la conformation de l'homme, qui, suivant lui doivent en général le déterminer, dès la première

enfance, à se servir de la main droite de préférence à la gauche.

5°. *Lettre au professeur Pictet, sur une expérience relative à la transmission du calorique*; *par M. H. Carena, vice-secrétaire de l'Académie royale des Sciences de Turin.*

Les vitres des fenêtres se couvrent à l'intérieur, pendant les fortes gelées de l'hiver, d'une couche plus ou moins épaisse de givre qui d'ordinaire présente des espèces d'herborisations. Ce phénomène dépend, comme on sait, de la différence très-sensible de température qu'il y a alors entre l'intérieur et l'extérieur des appartemens. En cherchant à varier les circonstances de l'observation, M. Carena fut conduit à appliquer *extérieurement* à une des vitres de sa fenêtre un disque de cuivre d'une ligne et demie d'épaisseur et de quatre pouces de diamètre : dès-lors toute la portion de la vitre qui correspondait à la plaque resta parfaitement sèche à l'*intérieur*, tandis que partout ailleurs elle était couverte de givre ou d'humidité, suivant le degré de froid. (L'expérience de M. Carena rentre dans la classe des phénomènes que le docteur Wells a si habilement analysés dans son ouvrage sur la rosée.)

6°. *Lettre à MM. les Rédacteurs de la* Bibliothèque universelle, *par M. G. M. Raymond, professeur, etc., sur le photomètre de M. Nicod-Delom.*

L'instrument de M. Nicod est formé d'un tube de carton mobile qui peut s'enfoncer plus ou moins, et à frottement doux, dans un second tube noirci en dedans, d'environ deux pouces de diamètre sur quatorze de long,

complètement bouché à son extrémité inférieure. Dans ce second tube il en existe un troisième d'un plus petit diamètre, mais qui a presque la même longueur : ces deux tubes sont collés ensemble dans le bas. On voit que, par cette disposition, le tuyau mobile doit glisser le long de l'espace annulaire qui sépare les deux autres. Ce tuyau est percé, dans sa partie supérieure, d'une ouverture destinée à recevoir l'œil de l'observateur ; un diaphragme circulaire d'environ 6 lignes de diamètre limite le champ de la vision ; le tube intérieur est bouché dans le haut par un écran entièrement opaque qui doit faire les fonctions de *porte-objet*, et sur lequel on place des figures de dimensions données, et qui peuvent être facilement substituées les unes aux autres : nous supposerons, par exemple, que ce soient des mots de diverses grandeurs ; une entaille ou petite fenêtre pratiquée dans le côté du tube mobile, près de son extrémité, et garnie d'un parchemin à demi transparent, complète l'appareil. Cela posé, lorsque l'œil est en place, on bouche l'ouverture supérieure du tube, l'objet qui sert de mire ne peut être éclairé que par la lumière qui pénètre par la fenêtre latérale dont nous avons parlé tout à l'heure; il le sera donc plus ou moins, suivant que cette ouverture en sera plus ou moins éloignée, et s'apercevra d'autant plus difficilement, toutes circonstances d'ailleurs égales, que la lumière dont on veut mesurer l'intensité sera moindre : on voit aussi que, quelle que soit cette intensité, on pourra toujours amener l'éclairement de la mire à un degré de force donné, et que pour cela il suffira d'en éloigner ou d'en approcher suffisamment la fenêtre. Pour mesurer ces mouvemens, le tube mobile porte sur sa

surface des divisions qui croissent comme les quantités de lumière que l'objet peut recevoir.

Le zéro de la division, dans l'échelle du tube mobile, correspond à l'obscurité parfaite, ou du moins à cette faible lumière qui ne suffit pas pour faire distinguer la mire lors même que l'œil en est très-rapproché; à partir de ce terme, les plus petites quantités de rayons qui entrent par la fenêtre font apercevoir assez nettement l'objet pour qu'on puisse s'en éloigner plus ou moins sans le perdre de vue. L'auteur recommande de s'arrêter, dans chaque expérience, au point où *l'on commence seulement à distinguer les détails de l'objet* : c'est ce qu'il appelle le *terme normal*; il juge convenable de fermer les yeux pendant un quart de minute avant de faire aucune observation, afin que la pupille commence à se dilater; il veut qu'on ne regarde dans le tube que pendant quatre secondes; il croit que le *terme normal* se détermine avec une exactitude suffisante lorsqu'après avoir atteint la limite où la mire s'aperçoit à peine, on enfonce graduellement le tube mobile; il paraît du reste vouloir borner l'usage de cet appareil à l'observation des différens degrés de lumière de l'atmosphère.

M. Raymond observe avec raison, dans la lettre qu'il a adressée aux rédacteurs de la *Bibliothèque universelle*, que la netteté avec laquelle on aperçoit un objet dépend moins de la quantité de lumière dont cet objet est frappé, que de sa distance à l'œil. Il propose en conséquence de modifier le photomètre de M. Nicod de telle manière que la mire soit toujours à un même degré d'éloignement, qui, pour chaque observateur, serait celui de la vision distincte; il suffirait, pour cela, de fixer la mire au tube mobile; de

supprimer entièrement le tube intérieur, qui était destiné à la porter, et de pratiquer la fenêtre dans le tube extérieur; le diaphragme, qu'il faudrait rendre transparent, serait éclairé par-dessous : ici, comme dans l'appareil primitif, l'éclairement de l'objet varierait avec la position de l'ouverture et suivant une loi simple.

Journal de Pharmacie, 2e *vol.*, *août* 1816.

Mémoire sur la gomme d'olivier, p. 337.

M. Pelletier, en examinant la gomme d'olivier qui avait été dernièrement l'objet d'une dissertation de M. Paoli (*Giornale di Fisica*, *etc.*, *di Brugnatelli*, 5e *bim.* 1815), a trouvé qu'elle est essentiellement composée de deux substances, l'une ayant une grande analogie avec les matières résineuses, l'autre d'une nature particulière et qu'il a nommée *olivile.* Il y a aussi reconnu la présence d'une très-petite quantité d'acide benzoïque en la traitant par la chaux, comme Schéele l'avait fait pour le benjoin.

Pour séparer l'olivile de la matière résineuse, on traite la gomme d'olivier par l'alcool rectifié, qui la dissout en entier; on filtre la dissolution et on l'abandonne à l'évaporation spontanée; on obtient par là des cristaux en aiguilles aplaties, d'un blanc jaunâtre, que l'on fait redissoudre dans l'alcool et cristalliser de nouveau, ou bien que l'on édulcore et qu'on lave avec de l'éther sulfurique à 40° : on a alors l'olivile très-blanche et à l'état de pureté.

La dissolution alcoolique continue, par l'évaporation, de donner des cristaux d'olivile toujours de plus en plus

colorés, et finit par se prendre en une masse rouge grenue qui, traitée par l'éther, abandonne une partie de sa matière colorante. En la redissolvant alors dans l'alcool, elle donne des cristaux moins colorés ; enfin, après une suite de dissolutions, de cristallisations, de lavages à l'éther, on parvient à séparer l'olivile de la matière résineuse.

L'olivile se présente sous la forme d'une poudre blanche, brillante, amilacée, ou sous celle d'aiguilles aplaties. Elle n'a pas d'odeur ; sa saveur, très-particulière, est à la fois amère et sucrée, et a quelque chose d'aromatique. Elle fond à 70° c., et ressemble, après son refroidissement, à une résine transparente, légèrement jaune : dans cet état, elle est idioélectrique par frottement, et paraît n'avoir éprouvé aucune altération chimique. Projetée sur un charbon ardent, elle ne s'enflamme que difficilement, et brûle en répandant beaucoup de fumée : à la distillation, elle donne de l'eau, de l'acide acétique, de l'huile, mais point d'ammoniaque.

L'eau froide a très-peu d'action sur l'olivile ; l'eau bouillante en dissout $\frac{1}{32}$ de son poids : la dissolution est très-claire et transparente ; mais, en refroidissant, elle se trouble, devient opaque et laiteuse par la séparation de l'olivile, qui reste long-temps en suspension dans la liqueur.

Les alcalis favorisent la solution de l'olivile sans altérer sa nature quand ils ne sont pas concentrés.

L'acide nitrique la dissout à froid en se colorant en rouge foncé. L'action augmente beaucoup par la chaleur ; la couleur rouge disparaît, et la liqueur devient jaune par le refroidissement ; il s'en sépare beaucoup d'acide

oxalique, et on y découvre un peu de matière jaune amère.

L'acide sulfurique étendu d'eau n'a pas d'action sensible sur l'olivile : concentré, il la charbonne aussitôt.

L'acide acétique concentré la dissout avec énergie à froid et à chaud; la dissolution est incolore et ne précipite pas par l'addition de l'eau; mais si l'olivile était accompagnée d'une certaine quantité de matière résineuse brune, il se ferait un précipité jaunâtre qui serait dû à cette dernière substance.

Les acétates de plomb sont les seuls sels dont les solutions agissent sur l'olivile : ils la précipitent de sa solution aqueuse en flocons très-blancs, solubles dans l'acide acétique.

L'alcool est son meilleur dissolvant : à chaud, il paraît la dissoudre en toutes proportions. L'éther sulfurique n'a aucune action sur elle; il en est de même des huiles fixes et des huiles volatiles : à chaud cependant, elles en dissolvent une certaine quantité qu'elles laissent précipiter par le refroidissement. D'après ces diverses propriétés, on ne peut douter que l'olivile ne soit une substance particulière.

La matière résineuse brune, obtenue comme il a été dit plus haut, retient un peu d'olivile qui lui communique une saveur amère et sucrée : on en sépare l'olivile en la dissolvant dans l'acide acétique et en étendant d'eau la dissolution ; la matière résineuse seule se précipite, et, après avoir été fondue et édulcorée à l'eau bouillante, elle est aussi pure que possible, et jouit des propriétés suivantes :

Sa couleur est le brun rougeâtre; elle n'a pas de saveur;

exposée à l'action de la chaleur, elle se fond à 90°; jetée sur des charbons ardens, elle brûle avec flamme; distillée, elle donne les mêmes produits que l'olivile, seulement en proportion différente. Elle est entièrement insoluble dans l'eau; l'acide acétique la dissout au contraire avec rapidité; mais il l'abandonne quand on étend d'eau la dissolution. L'acide nitrique la dissout aussi très-facilement, même à froid; ce qui distingue déjà cette matière des résines proprement dites : la liqueur devient rouge, et finit par donner beaucoup d'acide oxalique. Cette action de l'acide nitrique sur la matière brune semble la rapprocher de l'olivile; mais elle en diffère par d'autres rapports; et par sa manière de brûler, par les produits qu'elle fournit à la distillation, et par sa dissolution dans les alcalis, elle se rapproche davantage des résines, et l'on peut lui conserver le nom de *résine d'olivier*.

Perfectionnement des appareils portatifs destinés à la purification de l'air, d'après les procédés de Guyton de Morveau; par P. F. G. Boullay, p. 350.

M. Boullay, au lieu de fermer les flacons désinfectans avec un disque de glace pressé sur les bords du col du flacon par une vis, a imaginé de les fermer avec un bouchon de verre conique, comme les verres en cristal, et de soulever le bouchon, pour laisser dégager le gaz désinfectant, au moyen d'une vis, à laquelle il est fixé, et qui traverse le couvercle de bois de l'appareil (1).

(1) Ce changement ne nous paraît point heureux; le disque de glace ferme suffisamment, et nous pouvons dire, aussi bien qu'un bouchon conique. Lorsqu'il n'y a pas un corps gras ou un liquide entre des surfaces usées l'une sur l'autre, leur con-

Notice sur un couvercle de mortier que l'on peut fixer facilement et à volonté, combiné et disposé de manière qu'il empêche le dégagement de la poussière, etc.: par M. J. P. Jh. Gay, pharmacien à Montpellier, p. 352.

Nous croyons le couvercle de M. Gay très-utile, puisque les rédacteurs du *Journal de Pharmacie* lui ont donné leur approbation ; mais sans figure il nous serait impossible d'en donner une description suffisamment intelligible, quoique ce couvercle soit la chose du monde la plus simple.

Quelques expériences sur l'ail, par M. Bouillon-Lagrange.

En administrant l'ail à un malade, M. Bouillon-Lagrange en a obtenu des effets qui l'ont engagé à en rechercher la cause. Il conclut que l'ail renferme, 1° une huile volatile très-âcre ; 2° du soufre ; 3° une petite quantité de fécule amilacée ; 4° de l'albumine végétale ; 5° une matière sucrée.

---

tact n'est jamais assez intime pour qu'elles ne laissent point échapper les gaz. En supposant que le disque de glace ne fût pas suffisant, nous préférerions au bouchon de M. Boullay, qui ne se meut que verticalement, et qui souvent opposera une très-grande résistance, un bouchon qui n'aurait qu'un mouvement circulaire horizontal, et dans lequel serait pratiqué un très-petit canal qui, s'élevant verticalement à partir de la surface inférieure du bouchon, se terminerait ensuite horizontalement vers le milieu de sa hauteur; le col serait aussi percé d'un trou d'un égal diamètre, à la hauteur de celui du bouchon; et le flacon serait ouvert ou fermé, suivant que les deux ouvertures coïncideraient ou seraient opposées.

Formule du sirop sthénique amer et composé du docteur Mongenot, p. 375.

Sur les Vulnéraires suisses, p. 381.

Extrait d'absinthe de Suisse, p. 383.

Coloration des liqueurs alcooliques en vert, p. 384. C'est en mêlant une teinture alcoolique de curcuma avec une dissolution d'indigo dans l'alcool. On commence par dissoudre l'indigo dans l'acide sulfurique concentré; on sature ensuite l'acide avec la craie, et on traite la masse par l'alcool, qui s'empare du principe colorant bleu.

Nous avons omis plusieurs articles, parce qu'ils sont déjà connus par notre journal.

Observations des Rédacteurs sur un article du Journal de l'Institution royale de Londres.

L'ATTENTION que les physiciens ont donnée, dans ces derniers temps, aux phénomènes que présentent les piles sèches voltaïques, nous avait engagés à réunir sous un même point de vue l'indication des principaux résultats auxquels ils sont parvenus; cette notice historique n'a pas eu l'assentiment de celui des rédacteurs du *journal de l'Institution royale de Londres* qui s'est chargé de rendre compte de nos *Annales*: nous avons trop d'estime pour les savans qui écrivent dans cet excellent journal pour ne pas nous occuper de leurs critiques, alors même qu'elles nous sembleront n'avoir aucun fondement.

Le rédacteur ne veut pas d'abord que les appareils

que MM. Hachette et Desormes construisirent en 1803 soient des piles sèches, et argue d'une phrase qui se trouve dans le rapport de M. Guyton-Morveau. Dans cette phrase (le critique n'a pas eu grande peine à la trouver, car elle fait partie de notre extrait) M. Guyton remarque que l'énergie d'une des nouvelles piles s'affaiblit lorsque la *colle* se sèche ; le mot que nous venons de souligner montre que le rapporteur faisait allusion à la seule pile formée de *colle* d'amidon, et point du tout à celles dans lesquelles il entrait du vernis : nous ignorons si le rédacteur jugera que celles-ci étaient suffisamment dépourvues d'humidité pour mériter d'être citées à côté des piles de papier de Zamboni ; mais il a du moins trop de bonne foi pour ne pas convenir que ces nouveaux instrumens n'intéressent pas seulement la physique à cause de la plus ou moins grande sécheresse de la substance qui sépare leurs divers élémens, et que le phénomène qu'ils présentent, quand on les compare aux piles à conducteurs humides, savoir, celui de charger le condensateur et de ne pas décomposer l'eau, méritait une mention particulière. M. le rédacteur traite avec une excessive sévérité les travaux que MM. Heinrich, Schübler et Schweiger ont publiés sur la théorie des piles sèches, et s'accuse d'avoir fait lui-même des expériences nombreuses qui ne prouvent rien. Nous sommes forcés de passer condamnation sur ce dernier point, puisque le rédacteur a eu la singulière modestie de critiquer ses propres recherches avant de les rendre publiques ; mais nous craignons bien qu'en Allemagne on ne lui fasse néanmoins remarquer que la méthode de combattre des faits positifs par des assertions dénuées de preuves, quelque tranchantes

qu'elles soient d'ailleurs, ne peut guère être utile aux progrès de la science. M. le rédacteur termine son article par le récit de quelques expériences qu'il vient de faire, et auxquelles nous accorderons d'autant plus de confiance qu'un travail semblable a été *publié* en France depuis près de quinze ans : nous lisons en effet, dans l'écrit qui a nécessité ces remarques, « que l'action con-« tinuée de deux grandes piles de Zamboni a produit, « parmi d'autres phénomènes, un effet chimique, savoir, « la disparition de dix-neuf parties de l'oxigène qui « existait dans l'air atmosphérique où la pile a été her-« métiquement fermée, et la cessation de tout phéno-« mène électrique. » Les *Annales de Chimie*, pour l'année 1801, tome XXXIX, page 244 (1), nous offrent ce passage : L'appareil galvanique décompose l'air atmo-« sphérique qui l'environne et absorbe son oxigène. » M. le rédacteur nous dit que « quand les oscillations (de « l'aiguille) avaient cessé, et qu'on introduisait avec « précaution du nouvel air dans l'appareil, le pendule « était instantanément attiré vers le pôle positif, et « que les oscillations recommençaient. » Nous trouvons dans le même tome XXXIX des *Annales de Chimie*, le paragraphe suivant : « Lorsqu'on croyait l'action de « la pile entièrement éteinte.... on introduisait une pe-« tite quantité de gaz oxigène sous la cloche où la *pile* « était renfermée ; à l'instant, le dégagement de bulles « (provenant de la décomposition de l'eau), qui n'avait « pas lieu, commença à se manifester ; il s'augmenta par « l'addition de nouveau gaz, et quand on en eut intro-

(1) Mémoire de MM. Biot et F. Cuvier.

« duit une quantité assez considérable, il devint pres-
« que aussi fort que dans le commencement de l'action
« de la pile. » On voit que ces deux suites d'expériences ne diffèrent qu'en ce que les observateurs ont employé des piles de forces inégales; insister sur cette particularité nous paraîtrait aussi futile que si l'on rangeait au nombre des découvertes d'optique l'observation de celui qui a le premier décomposé la lumière avec des prismes moins réfringens que ceux dont Newton s'était servi.

M. le rédacteur insinue que nous ne saurions écrire un article quelconque sans y placer une réclamation en faveur des savans français : aussi, pour qu'il nous pardonne celle que nous venons de lui adresser, nous allons extraire textuellement du tome V du *Quarterly Review*, p. 344, un passage qui lui montrera que quelques-uns de ses compatriotes ne sont pas en reste à cet égard, puisqu'ils *réclament* ce que personne en France n'a eu ni n'aura l'envie de leur contester.

« La méthode de désigner les angles des triangles par
« les lettres *A*, *B*, *C*, et les côtés respectivement oppo-
« sés, par les mêmes lettres sous une autre forme, *a*, *b*, *c*,
« fut inventée par un Anglais, et publiée par Gardiner
« dans l'introduction à ses Tables de logarithmes il y a
« soixante-dix ans; ces Tables furent très-répandues sur
« le continent, et on en donna une nouvelle édition à
« Avignon en 1770. Les mathématiciens français aper-
« çurent bientôt les avantages de ce perfectionnement,
« et, avec leur générosité habituelle, l'adoptèrent en, fai-
« sant croire qu'il leur était dû. »

Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences.

Séance du lundi 2 septembre 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, par M. de Lamarck ;

Problèmes d'astronomie nautique et de navigation, par M. Guepratte. (M. de Rossel en rend à l'instant compte verbal.)

Nouvelles propriétés de la chaleur (1), par M. Brewster. (Extrait des *Transactions philosophiques.*)

Rapport sur la nature et les progrès de la Société astronomique de Glasgow ;

Mémoire sur les Mesures agraires des anciens Egyptiens, par M. Girard.

On lit une lettre de Son Excellence le Ministre de l'Intérieur, qui annonce l'approbation donnée par le Roi à la nomination de M. Coquebert de Montbret comme académicien libre.

On annonce la mort de M. Bernard, correspondant.

---

(1) Comme on pourrait être trompé par le titre du Mémoire de M. Brewster, nous dirons, par anticipation et en attendant que nous en présentions un extrait détaillé, que les expériences qu'il renferme ne sont autre chose que le développement des phénomènes que M. Seebeck avait découverts depuis long-temps, et qui sont relatifs aux propriétés optiques que le verre acquiert par un refroidissement rapide.

Au nom d'une commission, M. Pelletan fait un rapport sur la proposition de M. Delpech, chirurgien de Montpellier, qui s'engageait à compter la somme de 2000 fr. à celui qui remettrait deux fémurs d'un même sujet, dont l'un aurait été guéri, sans la *moindre difformité*, de la fracture du col. La commission a été d'avis que le problème de M. Delpech, vu les conditions dont il l'a accompagné, est moralement impossible à résoudre, et que l'Académie doit refuser de s'en occuper. Cette proposition a été adoptée.

MM. de Lamarck, Geoffroy-Saint-Hilaire, Brongniart et Latreille font un rapport sur le Mémoire de M. Beudant, que nous avons inséré par extrait dans le Cahier de mai 1816.

Les commissaires ont trouvé les observations de M. Beudant curieuses, neuves, intéressantes pour le physiologiste et le géologue, et présentées avec méthode et d'heureuses applications. Sur leur proposition, l'Académie a décidé que le Mémoire de M. Beudant sera imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*.

M. de Beauvois lit une note *sur une plante parasite d'une autre plante parasite du chanvre*; il dépose des échantillons, et promet un Mémoire pour la séance prochaine.

M. Poisson lit un Mémoire *sur la variation des constantes arbitraires*.

M. Biot lit un Mémoire *sur la construction d'un colorigrade*.

Ces deux Mémoires ont été insérés dans le Bulletin de la Société philomatique; dans le prochain Cahier nous

en présenterons l'analyse en faisant l'extrait des derniers Numéros de ce journal.

Séance du lundi 9 *septembre* 1816.

On distribue à l'Académie l'*Essai sur l'hygiène militaire des Antilles*, par M. Moreau de Jonnès.

On reçoit un ouvrage anglais intitulé : *Sur les lignes qui partagent tout arc sèmi-diurne en six parties égales*, par M. Cadell, des Sociétés royales de Londres et d'Edimbourg. (M. Delambre en rendra un compte verbal.)

M. Deschamps rend un compte verbal du cinquième volume de l'ouvrage de M. Boyer.

MM. de Lacépède, Geoffroy-Saint-Hilaire et Duméril font un rapport sur la *Monographie des trigonocéphales des Antilles*, de M. Moreau de Jonnès.

Le serpent qui fait le sujet du Mémoire de M. Jonnès est une grosse vipère dont la morsure est très-dangereuse : on en a observé qui avaient plus de huit pieds de longueur. L'auteur assure qu'il est confiné dans les seules îles de la *Martinique*, de *Sainte-Lucie* et de *Baconia*, et qu'on n'en a jamais observé dans l'Amérique continentale.

On sait que les espèces d'animaux vertébrés qui voient mieux la nuit que le jour, ou qui sont très-sensibles à la lumière, présentent en général une pupille verticale; M. de Jonnès a observé la même disposition dans l'iris du trigonocéphale qu'il décrit. Ces serpens, dont l'agilité est très-remarquable, ont une manière particulière de s'élancer : leur corps se roule en quatre cercles égaux su-

perposés, dont les circonvolutions se débandent toutes à la fois et à la volonté de l'animal, et projettent toute leur masse à cinq ou six pieds de distance. Un autre fait que M. de Jonnès indique, c'est que ce trigonocéphale peut, à la manière des najos ou des serpens à coiffe, se dresser sur la queue et atteindre à la hauteur de l'homme. Il assure encore qu'à l'aide des grandes plaques entuilées dont le ventre de ce reptile est recouvert, il peut, comme certaines couleuvres, grimper sur les troncs d'arbres et se porter sur les branches pour y faire la recherche des nids d'oiseaux dont il dévore les petits. Les moyens les plus efficaces pour prévenir les suites funestes de la morsure de ces serpens, sont ceux que l'on met en usage, en Europe, avec plus de succès pour s'opposer au développement de l'hydrophobie.

M. Capron lit un Mémoire *sur une machine hydraulique*. MM. Prony, Girard et Cauchy l'examineront.

M. Dulong lit une note *sur les combinaisons de l'azote avec l'oxigène*. MM. Berthollet et Thenard commissaires. (La note a été insérée dans le Cahier de juillet.)

M. de Beauvois lit son Mémoire *sur les plantes parasites*.

M. de Jonnès lit une notice dont MM. de Rossel, Brongniart et Coquebert-Montbret rendront compte, *sur les travaux géodésiques exécutés à la Martinique*.

Séance du lundi 16 *septembre* 1816.

l'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Transactions philosophiques pour 1816, 1re partie.

Traité de l'économie du combustible (en anglais), par

M. Robertson Buchanan; un volume in-8°, Glasgow, 1815 (1).

---

(1) Cet ouvrage est divisé en quatre parties.

La première traite des effets du calorique, des moyens de le mesurer, etc.; c'est, à proprement parler, un extrait des chapitres qui ont été consacrés à la théorie de la chaleur dans les ouvrages de chimie et de physique les plus récens.

Dans la seconde, l'auteur s'occupe des moyens de chauffer, à l'aide de la vapeur d'eau, les maisons particulières, les manufactures, les établissemens publics. La grandeur des chaudières et des tuyaux nécessaires pour communiquer une température donnée à un espace de dimensions connues; la disposition des différentes parties de l'appareil; les moyens de régulariser le dégagement de la vapeur; les soupapes de sûreté, etc., font le sujet d'autant de discussions particulières.

La troisième partie est consacrée à la description des procédés qui ont été suivis avec avantage dans plusieurs manufactures d'Angleterre, d'Ecosse et d'Irlande, pour sécher promptement, à l'aide de la vapeur, un grand nombre de produits.

M. Buchanan a réuni, dans une quatrième et dernière partie, qui doit être regardée comme le complément des trois autres, les renseignemens qu'il a recueillis depuis la publication de la première édition de son livre. Un *Appendix*, dans lequel se trouve la description des cheminées, des fourneaux et des chaudières employés en Ecosse pour les distillations rapides, termine l'ouvrage. C'est là que se trouve ce fait : « Un alambic de 80 gallons fut rempli de liqueur « froide; cette liqueur fut chauffée et complètement distil- « lée; l'alambic rempli de nouveau, et prêt pour une nou-

Traduction complète de l'Almageste de Ptolémée, par l'abbé Halma. M. Delambre en rendra un compte verbal.

Voyage de découvertes aux Terres australes, historique, 2[me] partie, par M. Freycinet; un vol. in-4°, avec un atlas.

Programme des prix de l'Académie de Dijon.

M. Delambre rend un compte verbal du Mémoire de M. Caddel, *sur les lignes qui divisent chaque arc semi-diurne en six parties égales*.

M. Larrey lit un Mémoire *sur les effets des balles perdues dans la cavité du thorax*, pour faire suite au Mémoire relatif à l'opération de l'empyème. MM. Pelletan et Deschamps commissaires.

M. Chambon lit un Mémoire *sur le système des agriculteurs qui forment plusieurs essaims avec les abeilles d'une seule ruche*. MM. Bosc et Latreille l'examineront.

MM. Haüy et Ampère sont chargés de rendre compte d'un Mémoire de M. Opoix, dont M. le secrétaire a donné lecture, et qui a pour titre : *L'Ame dans la veille et dans le sommeil*.

Séance du lundi 23 septembre 1816.

L'Académie reçoit les tomes IV et V des nouveaux Mémoires de Pétersbourg.

M. Aymez annonce qu'il a trouvé une encre indélébile. MM. Deyeux et Thenard commissaires.

« velle opération, dans un espace de temps extrêmement « court, savoir, de 3 minutes à 3 minutes et demie. » L'ouvrage est orné de quatre planches.

Au nom d'une commission, M. Hallé lit un rapport sur le Mémoire de M. Magendie qui fait partie de ce Cahier.

Après une analyse détaillée des expériences intéressantes de l'auteur, M. Hallé ajoute : « Il faudrait main-
« tenant, et en partant du point où est arrivé M. Ma-
« gendie, examiner dans quelles proportions le mélange
« des substances alimentaires azotées avec celles qui
« sont privées d'azote, peut être suffisant ou insuffisant
« pour compléter la nutrition, réparer entièrement les
« pertes, et maintenir l'animal dans une mesure de santé
« et de force telle que le comporte son organisation.

« M. Magendie le fera sans doute ; et il aura ainsi
« complété la solution d'un problème d'une grande im-
« portance pour l'économie animale, pour la médecine,
« et pour la théorie du régime en particulier ; car le
« chien est un des animaux dont la vie et les habitudes
« se conforment le plus à celles de l'homme, et peuvent
« le plus servir à tirer des conséquences comparables et
« applicables à nos besoins. Les observations qu'on
« ferait sur l'homme même, si cela était possible, se-
« raient loin d'être aussi concluantes, à cause de la mul-
« titude d'influences de toutes espèces auxquelles il est
« soumis, et qu'aucun des animaux ne ressent comme
« lui. »

M. Magendie s'était demandé, en terminant son Mémoire, si un régime ordonné d'après les résultats de ses observations, c'est-à-dire, un régime entièrement végétal, ne serait pas propre à prévenir la formation des concrétions urinaires, ou à en retarder l'accroissement. Cette question était d'autant plus raisonnable que l'urine des

animaux soumis à ses expériences n'avait présenté ni acide urique, ni phosphate, ni ammoniaque, qui sont les bases de la plupart des graviers et des calculs urinaires. « Mais, dit le rapporteur, on a eu tort d'y voir « la découverte et l'annonce d'un moyen de guérir la « gravelle. »

Le rapport est terminé par cette conclusion : « Nous « sommes d'avis que le Mémoire de M. Magendie, que « nous ne regarderons que comme le commencement « d'un travail plus étendu, mais dont les conséquences « justes sont déjà très-dignes de l'attention de l'Institut, « mérite d'être inséré dans le *Recueil des Savans « étrangers.* »

L'Académie approuve le rapport et adopte les conclusions.

On fait l'appel de tous les Mémoires sur lesquels il n'a pas encore été fait de rapport.

Séance du lundi 30 *septembre* 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Traité des maladies nerveuses, par M. Villermay, 2 vol. in-8° ;

Mémoire sur l'inoculation du claveau, par M. Girard;

Notice sur l'épizootie, par le même ;

Topographie de tous les vignobles connus, par A. Jullien ;

Le 8[me] *Cahier des Plantes rares cultivées à la Malmaison*, par M. Bonpland;

Notices des travaux de l'Académie des Sciences de Marseille et de la Société d'agriculture de Châlons;

Précis sur l'irruption de la fièvre jaune à la Martinique en 1803, par M. de Jonnès.

M. Cuvier commence la lecture d'un Mémoire *sur l'anatomie des céphalopodes.*

M. Boyer présente un Mémoire intitulé : *Remarques et observations sur quelques maladies de l'anus*. Il est renvoyé à l'examen de MM. Pelletan et Deschamps.

MM. Brongniart et Lamarck font un rapport sur un Mémoire de M. Marcel de Serres.

Le Mémoire que les commissaires ont eu à examiner a principalement pour objet de faire connaître une formation d'eau douce caractérisée par la présence d'un grand nombre de corps organisés fossiles, parfaitement semblables à ceux qui vivent sur le même sol. M. Marcel de Serres l'a trouvé dans la vallée du Lez; aux environs de Montpellier; à Ganges, dans la vallée de l'Hérault, où elle repose immédiatement sur le calcaire ancien; dans la vallée de Condoulous, près d'Avèze : ici elle repose sur un schiste argileux; dans la vallée d'Azzes, près de Lanous; dans la vallée du Gardon, etc. Près de Montpellier, ce terrain, situé immédiatement au-dessous de la terre végétale, renferme en coquilles fossiles des *hélix*, avec leur test à peine altéré, et qui ne paraissent pas différer des *helix variabilis*, *neglecta*, *stricta*, du *cyclostoma elegans*. Ce terrain, dans quelques parties, renferme une grande quantité d'empreintes de végétaux, tant de tiges que de troncs d'arbres, dans toutes sortes de directions. Beaucoup de feuilles peuvent se rapporter à celles des vignes, de *nerium*, de chênes verts, d'oliviers, etc.; les fruits à ceux du pin. L'*helix*

nemoralis, qui fait partie de ces fossiles, ne vit plus dans les environs de Montpellier, mais se trouve dans le nord de la France.

M. Marcel de Serres décrit un autre gisement du calcaire qu'il a observé sur les rives du Vidourle, depuis Sommière jusqu'au-delà du village de Salinelle, et particulièrement sur la colline de Montredon. Ce terrain se compose de deux espèces de roches calcaires ; la plus inférieure est un calcaire siliceux compacte, dans lequel on ne distingue aucune stratification. La roche supérieure est plus tendre et traversée d'une multitude de tubulures sinueuses; celle-ci renferme le *planorbis rotundatus* (Brongniart); le *planorbis prominens* (M. de Serres); le *planorbis compressus* (M. de Serres); l'*ancylus deperditus* (Desmarest). Le calcaire inférieur: le *lymneus elongatus* (Brongniart); le *lymneus æqualis* (Marcel de Serres); le *lymneus pygmeus* (M. de Serres). Malgré la liaison des deux roches calcaires, la différence des corps organisés qu'elles renferment doit faire admettre, avec M. Marcel de Serres, qu'elles ont été déposées à des époques distinctes, et pendant lesquelles les animaux qui habitaient les eaux de ce même lieu étaient très-différens. C'est seulement dans le second qu'on trouve des coquilles terrestres, et seulement dans le premier qu'on voit des dépouilles de mollusques qui peuvent vivre momentanément dans les eaux saumâtres.

Observations sur la combinaison des métaux avec le soufre.

PAR M. A.-J. FRÈRE DE MONTIZON.

UNE étude particulière que j'ai faite du cinabre m'a porté à soupçonner que ce sulfure résultait de la combinaison d'un volume de mercure et d'un autre de soufre; mais afin d'appuyer mon opinion d'une manière beaucoup plus positive, j'ai cherché à m'assurer si ce mode de composition était aussi celui des autres sulfures.

A ce sujet, j'ai eu recours à l'examen des analyses le plus généralement adoptées, et je n'ai fixé mon attention que sur elles seules, comme pouvant inspirer plus de confiance dans ce genre de recherches.

Les résultats que j'ai obtenus confirment ma remarque, à quelques millièmes près de soufre en plus ou en moins, sur 100 p. de masse. Le cinabre offre la différence la plus forte : suivant Berzelius, je l'ai trouvée d'environ un centième de soufre en plus sur 100 p. en poids; et, suivant Séguin, elle est moins de $\frac{1}{2}$ centième.

Comme le travail que j'ai fait à cette occasion pourrait présenter quelque intérêt sous le rapport de la science, j'ose me déterminer à offrir ci-après le tableau des sulfures.

SULFURES.	AUTEURS des ANALYSES.	DENSITÉ des MÉTAUX.	QUANTITÉ DE MÉTAL		RÉDUCTION DES VOLUMES.	
			en poids le soufre=20	en volume le soufre=10,05.	SOUFRE.	MÉTAUX.
De Mercure.	Berzelius.	13,599.	125,5.	9,227.	1.	1 000,918.
De Mercure.	Séguin.	13,599.	131,26.	9,652.	1.	1 0,960.
D'Etain.	Berzelius.	7,291.	73,5.	10,081.	1.	1 1,003.
De Nickel.	Proust.	8,279.	42,55.	5,140.	2.	1 1,002.
D'Arsenic.	Laugier.	8,308.	27,62.	3,324.	3.	1 0,992.
De Molybdène.	Bucholz.	7,400.	30,».	4,054.	5.	2 2,019.
De Zinc.	Gay-Lussac.	6,861.	41,».	6,121.	5.	3 3,045.
De Cobalt.	Proust.	8,5384.	50,».	5,855.	5.	3 2,913.
D'Antimoine.	Berzelius.	6,7021.	53,69.	8,011.	5.	4 3,986.
D'Argent.	Marcet.	10,4743.	135,».	12,889.	4.	5 5,130.
De Plomb.	Berzelius.	11,224.	129,5.	11,538.	7.	8 8,036.
De Bismuth.	Berzelius.	9,7654.	86,35.	8,843.	8.	7 7,039.
De Cuivre.	Chenevix.	8,895.	40,».	4,497.	9.	4 4,027.
De Fer.	Thenard.	7,788.	34,5.	4,430.	9.	4 3,967.

Sur la Température de la mer et des animaux qui y vivent, et sur celle de l'air.

(Le second volume du *Voyage de découvertes aux Terres Australes*, qui vient d'être publié par les soins de M. Louis Freycinet, renferme un Mémoire intéressant de M. Péron, dont nous allons extraire quelques résultats.)

La température des eaux de la mer, à sa surface et loin des terres, est en général plus froide à midi que celle de l'atmosphère observée à l'ombre.

Elle est constamment plus forte à minuit. L'eau et l'air doivent donc se trouver à la même température deux fois dans le jour.

La température moyenne des eaux de la mer, à leur surface et loin des continens, est supérieure à celle de l'atmosphère dans les mêmes lieux.

L'idée assez généralement répandue parmi les physiciens de l'échauffement des vagues par leur agitation n'a aucun fondement. Toutes les expériences de l'auteur confirment ce résultat : que la température *relative* des flots agités augmente, tandis que leur température *absolue* diminue.

Toutes circonstances d'ailleurs égales, la température de la mer augmente à mesure qu'on s'approche des continens ou des grandes îles.

Les zoophytes et les végétaux qui tapissent le fond de la mer paraissent jouir d'une température plus élevée que celle du liquide dans lequel on les trouve.

Dans les lieux où il n'y a ni courans ni bas-fonds, on trouve la température des eaux de la mer d'autant moindre qu'on les puise à de plus grandes profondeurs.

(L'extrait suivant d'une lettre que M. John Davy vient d'écrire à son frère, du cap de Bonne-Espérance, trouvera ici naturellement sa place.)

Loin des côtes, la différence de température entre le jour et la nuit ne surpasse jamais 1°,2 centigrades.

La température de l'air en pleine mer atteint son maximum à midi précis. (On sait que sur terre le maximum n'arrive guère qu'à deux heures.)

Le maximum de température de l'eau s'observe à deux heures après midi.

Sous la ligne, au moment de la plus grande élévation du soleil, la température de l'air étant 27°,8 centigrades, le thermomètre plongé dans l'eau marquait 27°,0.

La rosée est très-rare sur mer.

La température des poissons surpasse celle de l'eau dans laquelle on les pêche; la différence était en général d'environ un degré centigrade : pour la tortue de mer, elle n'était pas moindre que 5°; la température des marsouins égale 37°,8 centigrades; en sorte qu'elle n'est pas inférieure à celle des animaux qui, vivant sur la terre, consomment une plus grande quantité d'air dans la respiration.

M. John Davy croit avoir remarqué que l'action longtemps continuée d'une chaleur intense augmente la température du corps humain et provoque une légère disposition fébrile. En Europe, cette température moyenne est de 36°,7 (98° Farenheit); les expériences que l'auteur avait faites sur la plupart des individus dont se composait l'équipage du bâtiment dans lequel il était embarqué, pendant les premiers jours de la navigation, confirmaient l'exactitude de cette donnée : sous l'équateur, il trouva 37°,2, et, par 12° de latitude-sud, 37°,8 à peu près.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	737,00	+12,8	91	738,41	+10,9	96	741,20	+10,5	92	745,94	+ 8,7	94	+12,8	+ 8,7	Pluie continuelle.	O.
2	749,53	+ 8,5	89	750,41	+ 9,6	88	751,27	+11,1	74	753,41	+ 6,2	91	+11,1	+ 6,2	Couvert.	S. O.
3	754,55	+ 9,0	89	753,78	+13,5	74	753,53	+ 8,8	74	753,61	+ 5,6	97	+13,5	+ 2,7	Pluie par intervalle.	S.
4	750,66	+10,5	83	749,25	+12,1	93	746.92	+10,3	94	749,24	+ 6,6	97	+13,2	+ 5,0	Pluie.	S.
5	753,00	+12,0	88	753,32	+14,2	71	753,16	+14,5	77	753,41	+11,1	96	+14,5	+ 5,7	Nuageux.	S. O.
6	756,55	+13,2	82	757,36	+16,1	68	757,00	+17,1	62	758,00	+12,7	93	+17,1	+ 7,0	Très-nuageux.	O. N. O.
7	757,33	+15,2	91	757,34	+18,7	70	757,16	+20,1	68	757,81	+13,0	92	+20,2	+12,2	Couvert.	S. O.
8	755,80	+15,9	93	755,75	+19,4	70	755,14	+20,9	71	755,27	+15,4	94	+20,9	+14,2	Quelques éclaircies.	O.
9	755,16	+16,0	84	754,00	+20,4	79	753,20	+19,5	73	753,24	+17,1	91	+20,4	+14,0	Couvert.	S. O.
10	754,21	+19,7	81	755,14	+17,5	87	755,87	+17,7	89	756,68	+16,2	97	+20,5	+15,5	Pluie.	S. O.
11	756,67	+18,6	88	756,23	+20,0	81	756,00	+16,7	83	757,34	+13,7	97	+20,0	+13,7	Pluie.	S. O.
12	761,18	+14,7	77	761,69	+17,7	61	761,70	+16,9	58	762,95	+11,7	84	+17,7	+ 9,9	Nuageux.	O.
13	764,63	+15,6	76	764,56	+21,1	59	764,02	+18,7	56	764,03	+14,5	80	+21,1	+ 8,0	Nuageux.	N. O.
14	763,70	+16,2	72	763,11	+19,9	60	762,50	+20,2	56	761,90	+14,9	82	+20,2	+ 8,5	Beau.	S.
15	761,06	+17,2	69	760,62	+20,5	57	760,04	+21,0	54	760,27	+14,0	90	+21,2	+ 9,7	Très-beau.	E.
16	759,60	+16,6	82	758,93	+23,4	61	757,80	+23,0	56	757,67	+16,0	84	+23,4	+ 8,2	Beau.	S. S. E.
17	757,21	+18,5	80	756,60	+23,2	64	755,55	+23,5	57	756,14	+15,7	80	+24,0	+11,7	Beau.	S. S E.
18	757,36	+17,4	79	757,22	+23,0	73	756,93	+23,4	71	757,58	+17,4	93	+25,0	+12,5	Légers nuages.	S.
19	757,50	+17,1	91	757,56	+18,7	86	757,08	+17,5	87	758,34	+14,7	84	+18,7	+13,7	Couvert.	N. E.
20	757,60	+14,4	76	757,12	+18,0	70	755,45	+18,5	68	753,94	+13,9	90	+18,5	+11,0	Très-nuageux.	N. E.
21	750,02	+11,9	97	749,90	+16,9	83	749,11	+18,7	82	749,30	+13,7	98	+18,7	+ 9,7	Couvert.	E.
22	749,70	+15,7	86	750,04	+18,4	78	749,28	+18,8	66	751,18	+13,1	88	+18,8	+10,7	Couvert.	S.
23	752,60	+12,7	96	752,55	+15,5	85	752,21	+17,2	81	752,41	+11,8	96	+17,2	+11,8	Pluie fine.	S.
24	753,30	+13,0	85	754,12	+15,6	84	753,98	+18,2	66	756,23	+11,8	93	+18,2	+ 8,5	Pluie.	S. E.
25	759,40	+14,2	83	759,58	+18,5	71	759,80	+19,0	67	761,06	+13,7	93	+19,0	+ 8,5	Très-nuageux.	S- O.
26	762,36	+13,9	92	762,70	+15,6	80	762,34	+17,0	70	762,65	+11,7	95	+17,0	+11,0	Couvert.	N. O.
27	762,94	+13,2	91	762,62	+15,9	81	762,04	+15,7	78	762,26	+10,7	89	+16,1	+10,7	Couvert.	N. O.
28	762,88	+13,0	83	762,24	+17,4	67	761,04	+17,6	67	760,85	+13,2	95	+17,6	+ 5,5	Très-nuageux.	N.
29	757,50	+16,2	91	755,82	+18,0	82	753,29	+19,7	71	751,24	+15,2	87	+19,7	+13,2	Couvert.	S. O.
30	755,25	+13,4	77	755,42	+16,1	66	755,34	+15,7	57	756,64	+11,0	86	+16,1	+ 9,2	Nuageux.	O.
1	752,38	+13,3	87	752,48	+15,2	80	752,44	+15,0	77	753,66	+11,3	94	+16,4	+ 9,1	Moyennes du 1 au 10.	
2	759,65	+16,6	79	759,36	+20,5	67	758,71	+19,9	65	759,02	+14,6	86	+21,0	+10,7	Moyennes du 11 au 20.	
3	756,60	+13,7	88	756,50	+16,8	78	755,84	+17,8	71	756,38	+12,6	92	+17,8	+ 9,9	Moyennes du 21 au 30.	
	756,21	+14,5	85	756,11	+17,5	74	755,66	+17,6	71	756,35	+12,8	91	+18,4	+ 9,9	Moyennes du mois.	+ 14,1

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Septembre* 1816.

NOTICE

De quelques expériences et vues nouvelles au sujet de la flamme.

PAR SIR H. DAVY.

(Journal de *l'Institution royale*, n° III, p. 124.)

Traduit par M. BILLY.

LORSQU'UNE lampe de sûreté, en tissu métallique, brûle dans un mélange très-explosif d'air et de gaz inflammable du charbon de terre, la lumière est faible et pâle; au contraire, rien de plus brillant que la flamme d'un courant du même gaz brûlé dans l'atmosphère, comme on le sait par les phénomènes du nouvel éclairage. Dans un Mémoire lu à la Société royale, j'ai essayé de montrer que, dans tous les cas, la flamme n'est rien autre chose qu'une combustion prolongée de mélanges explosifs; c'était donc un problème de quelque intérêt de rechercher pourquoi la combustion de mélanges explosifs devait produire des apparences si différentes quand les circonstances venaient à changer. Un physicien très-habile, qui avait lui-même fait tomber la conversation sur cette question, eut l'idée qu'il pouvait se former de l'oxide de carbone, toutes les fois qu'on brûlait des mélanges explosifs, dans la lampe, et que si la lumière manquait, c'était faute de la quantité d'oxigène nécessaire pour produire de l'acide carbonique. En soumettant cette idée à l'épreuve de l'expérience, je trouvai qu'elle n'était pas

fondée; car la combustion dans la lampe, dont il s'agit ici, donna autant d'acide carbonique qu'on pouvait en attendre de la quantité d'oxigène consumé. De plus, en ajoutant de l'oxigène au mélange en quantité plus que suffisante pour brûler la totalité du gaz, l'apparence de la lumière continua d'être la même.

En réfléchissant sur les circonstances des deux espèces de combustion, je fus conduit à imaginer que la supériorité de la lumière, dans le cas du courant de gaz hydrogène carboné, venait de ce qu'une partie du gaz se décomposait vers l'intérieur de la flamme où l'air était en très-petite quantité, et de ce qu'il se déposait du charbon solide qui, d'abord par son ignition, et ensuite par sa combustion, augmentait dans un haut degré l'intensité de la flamme : quelques expériences me convainquirent bientôt que c'était en cela que consistait la véritable solution du problème.

J'ai tenu un morceau de toile métallique d'environ 900 ouvertures au pouce carré sur un courant de gaz hydrogène carboné qui sortait d'un petit tube, et j'ai allumé le gaz au-dessus de la toile métallique, qui était presque en contact avec l'orifice du tube : le gaz brûla avec une vive lumière comme à l'ordinaire. La toile métallique ayant été éloignée pour que le gaz pût se mêler avec une plus grande quantité d'air avant d'être enflammé, la lumière devint plus faible, et, à une certaine distance, la flamme parut précisément la même que celle d'un mélange explosif qui brûle dans la lampe : cependant, quoique la lumière fût si faible dans ce dernier cas, la chaleur était encore plus grande que lorsque la lumière était beaucoup plus vive, et un bout de fil de

platine tenu au milieu de cette faible flamme bleue fut à l'instant chauffé jusqu'au blanc.

Je fis l'expérience inverse, en enflammant un courant de gaz hydrogène carboné, et en approchant graduellement un morceau de gaz métallique depuis le sommet de la flamme jusqu'à l'orifice du tube : le résultat fut encore plus instructif; car il fut démontré que le sommet de la flamme intercepté par le tissu métallique ne donnait point de charbon solide ; mais, en l'abaissant, il y eut une quantité notable de charbon solide de déposé; le refroidissement causé par le gaz métallique empêchait ce charbon solide de brûler : au bas de la flamme où le gaz, immédiatement en contact avec l'air de l'atmosphère, brûlait avec une flamme bleue, il n'y eut plus de charbon de déposé d'une manière sensible.

Ce principe de l'augmentation de l'éclat et de la densité de la flamme par la production et la combustion d'une matière solide paraît susceptible de plusieurs applications. Quelques-unes ont été déjà l'objet de mes expériences ; mais comme mes recherches ne sont pas encore terminées, je me bornerai à indiquer celles qui se présentent d'elles-mêmes. J'espère être capable, par la suite, de suivre jusqu'au bout cet intéressant sujet.

1°. Le principe explique facilement les apparences des différentes parties de la flamme des corps qui brûlent, et de la flamme activée par le chalumeau; le centre de la flamme bleue où la chaleur est la plus grande est le point où la totalité du charbon est brûlée à l'état gazeux et sans qu'il y en ait eu de déposé.

2°. Ce même principe explique l'intensité de la lumière de ces *flammes* dans lesquelles une matière solide

et fixe est produite dans la combustion : telle est la lumière de la flamme quand on brûle le phosphore et le zinc dans l'oxigène, ou le potassium dans le chlore. Ce principe explique pareillement la faiblesse de la lumière de ces flammes dans lesquelles il n'y a rien autre chose de produit qu'une matière gazeuse et volatile, comme cela arrive quand on brûle l'hydrogène et le soufre dans l'oxigène ou le phosphore dans le chlore.

3°. Ce principe offre les moyens d'augmenter la lumière de certaines substances qui brûlent, en plaçant au milieu de leurs flammes des corps même incombustibles. Ainsi, quand on brûle du soufre, de l'hydrogène, de l'oxide de carbone, etc., on augmente merveilleusement la lumière en jetant au milieu de la flamme de l'oxide de zinc, ou bien en y plaçant de l'amiante très-fine ou une gaze métallique.

4°. Ce même principe mène à des conséquences relatives aux propriétés chimiques des corps et aux différens phénomènes de leur décomposition. Ainsi l'éther brûle avec une flamme qui semble indiquer la présence du gaz oléfiant dans cette substance. L'alcool brûle avec une flamme pareille à celle d'un mélange d'oxide de carbone et d'hydrogène : on pourrait peut-être conclure de là que le premier est un composé binaire de gaz oléfiant et d'eau, et le second un composé aussi binaire d'oxide de carbone et d'hydrogène.

Lorsqu'on introduit le protochlorure de cuivre dans la flamme d'une chandelle ou d'une lampe, il en résulte une lumière d'une densité particulière, d'un rouge brillant, avec une teinte de vert et de bleu vers les bords ; ce qui paraît dépendre du chlore qui est séparé du cuivre

par l'hydrogène, ainsi que de l'ignition et de la combustion du cuivre solide et du charbon.

On peut expliquer de même les phénomènes que présente l'action des autres combinaisons du chlore sur la flamme; et dans la plupart des cas où la couleur de la flamme est changée par l'introduction de quelques composés incombustibles, il est probable que cet effet dépend de la production et de la subséquente ignition ou combustion de matière inflammable qui en vient. Ainsi la lumière colorée en rose donnée à la flamme par les composés de strontium et de calcium, et la couleur jaune donnée par ceux de barium, et le vert par ceux de bore, peuvent dépendre de la production accidentelle de ces bases par la matière combustible de la flamme.

C'est pourquoi, toutes les fois qu'une flamme est extraordinairement brillante et dense, on peut toujours conclure qu'il y a quelque matière solide de produite dans cette flamme; au contraire, quand une flamme est extrêmement faible et transparente, on peut inférer de là qu'il n'y a point eu de matière solide de formée. Ainsi aucune des combinaisons volatiles du soufre ne brûle avec une flamme qui soit le moins du monde opaque; et conséquemment, d'après les phénomènes de sa flamme, il n'y a aucune raison de soupçonner l'existence de quelque base fixe dans le soufre.

5°. Ces aperçus serviront probablement à expliquer la lumière électrique. L'arc voltaïque de la flamme, dans une grande batterie, diffère en couleur et en intensité, suivant les substances employées dans le circuit: cette flamme est infiniment plus brillante et plus dense avec le charbon qu'avec aucune autre substance. Ceci ne peut-il

pas dépendre des particules des substances séparées par les attractions électriques? Or, les particules de charbon étant les plus légères parmi les corps solides (1) et ayant le moins d'adhérence, devraient se séparer en plus grande quantité.

6°. On peut diminuer la chaleur des flammes en augmentant leur lumière, au moins la chaleur communicable à d'autres matières, et réciproquement. La flamme qui produit la plus intense chaleur parmi celles que j'ai examinées est celle d'un mélange d'oxigène et d'hydrogène légèrement en excès, lequel mélange doit être condensé dans l'appareil du chalumeau de M. Newman, et enflammé à l'orifice d'un tube d'un très-petit diamètre(2). Cette flamme est à peine visible à la lumière du jour; cependant elle fond à l'instant des corps réfractaires, et la lumière qui provient des matières solides qui y brûlent est si vive que l'œil a peine à la supporter.

Londres, le 21 juillet 1816.

---

(1) Cette légèreté est conclue de la proportion de leurs élémens.

(2) John Georges Children Esq. me proposa le premier cette application de l'appareil de M. Newman, après que j'eus découvert que l'explosion du gaz oxigène et du gaz hydrogène ne se communiquait point à travers de très-petits orifices, et j'essayai le premier l'expérience avec un tube capillaire de verre. La flamme n'était pas visible à l'extrémité de ce tube, étant éclipsée par l'éclat brillant du verre enflammé à l'orifice.

Gaz hydrogène arseniqué préparé d'une manière nouvelle, et dernières expériences de Gehlen *sur cet objet* (1).

Journal de Schweiger, vol. XV, p. 501.

« Pour voir (c'est Gehlen qui parle) comment l'arsenic se comporterait avec la potasse caustique, on en mit 200 grains avec trois fois autant de lessive de potasse caustique, d'une pesanteur spécifique.... dans un appareil distillatoire propre à recueillir les gaz. Dans le commencement il ne se dégagea que l'air des vaisseaux, et on ne recueillit ensuite aucun gaz, jusqu'à ce que la plus grande partie de l'eau fût évaporée, que la lessive se fût épaissie et eût commencé à se boursouffler. Alors commença un dégagement de gaz qui se soutint avec rapidité, jusqu'à ce que la masse fût desséchée; et, sur la fin, on donna un coup de feu assez violent pour faire rougir le fond de la retorte. J'avais l'intention de placer celle-ci dans un bain de sable pour la chauffer plus fortement; mais il fallut y renoncer parce qu'elle avait des fêlures dans le fond. Le gaz qui s'était développé n'était point odorant, et il brûlait avec la flamme légère et à peine perceptible du gaz hydrogène, sans donner aucune odeur. Le résidu, dans la retorte, occupait un grand espace : quand on l'eut retiré, on reconnut qu'il était poreux, d'un brun rouge foncé dans la partie inférieure, tirant au noir dans la partie supérieure, dans les cavités de laquelle on observait de petits cristaux octaédriques d'arsenic. La masse attira promptement l'humidité

(1) Cette note a été tirée des papiers de Gehlen.

de l'air, et sa couleur passa du brun-rouge au noir brunâtre. Arrosée avec de l'eau, elle s'y délaya promptement, s'échauffa et montra un boursoufflement rapide, mais qui s'arrêta bientôt. Le gaz qui se développa avait une odeur d'ail, ayant quelque chose de particulier, et ressemblant un peu à celle du gaz hydrosulfurique. Après qu'on eut séparé tous les morceaux de verre et lavé les plus beaux cristaux d'arsenic, on filtra la partie liquide, qui était très-alcaline, et le résidu fut lavé sur le filtre. »

Observations.

J'ai répété l'expérience de Gehlen, et j'ai trouvé qu'elle avait été décrite avec beaucoup d'exactitude : je me permettrai seulement d'ajouter quelques remarques.

La dissolution de potasse doit être parfaitement caustique. Ce n'est, comme l'a observé Gehlen, que lorsqu'elle est très-concentrée qu'elle agit sur l'arsenic; le gaz qui se dégage alors en abondance et avec rapidité n'est, pendant toute la durée de son dégagement, que du gaz hydrogène pur; car je me suis assuré qu'il ne laissait point déposer d'arsenic pendant sa combustion, et qu'il consommait exactement un demi-volume d'oxigène.

Lorsque, au lieu d'arsenic, on emploie son oxide, il se dégage aussi beaucoup d'hydrogène, mais seulement lorsque la potasse est presque desséchée, et que la température est élevée. Le résultat de la décomposition de l'eau par la potasse et l'oxide d'arsenic est de l'arseniate de potasse que l'on peut aussi obtenir en chauffant ensemble l'oxide d'arsenic et le carbonate de potasse fondu et privé d'eau. Dans ce cas, l'acide carbonique est chassé, et une portion d'oxide se réduit pour acidifier l'autre.

La masse d'un brun-rouge foncé, résultant de l'action de la potasse caustique sur l'arsenic, me paraît être un mélange d'arseniate et d'arseniure de potasse : il n'est pas probable que ce soit de l'arsenite ; car on vient de voir que lorsque l'oxide d'arsenic agit sur la potasse ou sur son carbonate, il se produit de l'arseniate. L'arseniure, qui me semble entièrement analogue à un phosphure alcalin, décompose l'eau aussitôt qu'il est en contact avec elle, et de cette décomposition résulte du gaz hydrogène arseniqué qui se dégage, parce que, semblable au gaz hydrogène phosphuré, il ne jouit point de propriétés acides : je le crois d'ailleurs identique avec le gaz que l'on obtient en traitant l'arseniure d'étain par l'acide hydrochlorique. Une portion du liquide, qui était très-alcalin, étant filtrée et sur-saturée d'acide hydrochlorique, n'a donné qu'un très-léger précipité jaune avec l'hydrosulfate de potasse, et n'a décoloré qu'une très-petite quantité de sulfate rouge de manganèse. L'autre portion du liquide a été saturée avec l'acide acétique, puis évaporée à siccité et traitée par l'alcool très-concentré. Il ne s'est dissous que de l'acétate de potasse qui était avec excès de base, quoique les deux sels fussent primitivement neutres, et le résidu était de l'arseniate acide de potasse. On obtient un partage semblable en faisant évaporer de l'arseniate neutre de potasse ; le sel qui cristallise est avec excès d'acide, et le liquide surnageant avec excès de base : l'arseniate de potasse ne cristallise même bien que lorsqu'il est avec excès d'acide, et en cela il est analogue au tartrate de potasse.

Il est assez remarquable que le gaz hydrogène ne se combine point avec l'arsenic lorsqu'on fait agir la po-

tasse sur ce métal; tandis qu'il se combine très-bien avec lui lorsqu'on décompose l'arseniure d'étain par l'acide hydrochlorique. Je crois que cette différence dépend uniquement de la température, qui est beaucoup plus élevée dans le premier cas que dans le second; car je me suis assuré que, par la chaleur de la lampe à esprit-de-vin, on peut décomposer le gaz hydrogène arseniqué. Il en est à peu près de même du gaz hydrogène carboné : s'il est préparé à une température ordinaire, il contient beaucoup de charbon; et très-peu, ou même pas du tout, s'il est obtenu à une température élevée.

Dans la préparation du gaz hydrogène phosphuré par la potasse, on obtient souvent un gaz qui n'a point la propriété de s'enflammer au contact de l'air, et qui probablement est quelquefois de l'hydrogène pur. N'est-il pas possible que cela provienne aussi d'une trop grande élévation de température? Car le gaz hydrogène phosphuré se décompose facilement par la chaleur, et celui qui est obtenu par la dissolution des phosphures dans l'eau est toujours plus chargé de phosphore que celui que l'on fait à chaud. Je ferai remarquer que, quoique les gaz hydrogène arseniqué, phosphuré, carburé, se décomposent à une chaleur qu'on peut supposer peu différente de la température rouge, il ne s'ensuit pas que le gaz hydrogène doive se combiner nécessairement avec l'arsenic, le phosphore et le carbone à une température peu inférieure; car il y a toujours une distance plus ou moins grande entre la température à laquelle s'opère une combinaison et celle à laquelle elle se décompose.

L'arsenic agit sur la baryte, mais beaucoup moins

bien que la potasse. En faisant passer des vapeurs d'arsenic sur de la baryte rouge, il y a eu combinaison ; car la baryte était entièrement pénétrée d'arsenic. Ayant ajouté de l'eau froide, il n'y a eu aucun dégagement de gaz ; mais, par la chaleur, j'ai obtenu un peu de gaz hydrogène arseniqué.

J'ai fait ensuite un mélange de sous-carbonate de soude fondu et d'arsenic ; je l'ai mis dans un tube de verre un peu large auquel j'avais adapté un tube pour recueillir les gaz, et je l'ai exposé à une chaleur rouge. L'arsenic a bientôt commencé à se volatiliser, et il ne s'est dégagé qu'une petite quantité d'acide carbonique, pouvant être due à un peu d'oxide d'arsenic qui accompagne toujours l'arsenic exposé pendant quelque temps à l'air. Le sous-carbonate n'a paru avoir éprouvé aucune altération.

D'après ces observations, on voit que l'arsenic a de grands rapports avec le soufre et surtout avec le phosphore, ainsi que je l'ai déjà avancé : comme eux, il se combine avec quelques oxides, et, comme le phosphore, il forme avec le gaz hydrogène une combinaison qui ne jouit point de propriétés acides ; mais il doit être placé après le phosphore, parce que ses affinités sont plus faibles, et qu'il ne dégage point l'acide carbonique des carbonates.

En faisant ces expériences, j'ai eu occasion de remarquer que l'hydrosulfate de potasse dissout une énorme quantité de sulfure d'arsenic. J'ai essayé, d'après cela, de neutraliser l'hydrosulfate avec le sulfure d'arsenic, en ayant l'attention d'y faire passer un courant de gaz hydrosulfurique ; mais je n'ai pu y parvenir. Au bout de quelques jours, l'hydrosulfate avait laissé précipiter beaucoup

de sulfure, quoique dans un vase fermé; néanmoins il en a conservé long-temps une grande quantité. Le gaz hydrosulfurique n'a pas cependant la propriété, ainsi que la potasse, de dissoudre une quantité sensible de sulfure d'arsenic. Je compare l'hydrosulfate de potasse et d'arsenic au prussiate de potasse et de zinc, que je n'ai pu parvenir non plus à obtenir neutre. En général l'acide hydrosulfurique a beaucoup de rapport avec l'acide hydrocyanique; mais sa tendance à former des combinaisons triples n'est pas à beaucoup près aussi marquée.

G. L.

SUITE

Des Recherches de M. Berzelius.

Art. III. *Propriétés du tantale; son degré d'oxidation; capacité de saturation de son oxide et ses propriétés chimiques. Par MM.* J.-G. Gahn, J.-Berzelius *et* H.-P. Eggertz.

Pour déterminer avec précision la composition d'un minéral contenant du tantale, il est nécessaire de connaître le degré d'oxidation de ce métal, ainsi que sa capacité de saturation, qui en est une conséquence; mais cette recherche présente les plus grandes difficultés, à cause de l'insolubilité de l'oxide de tantale dans la plupart des acides, et de sa tendance à se combiner avec les agens qu'on emploie pour le séparer de ses combinaisons.

Le premier objet dont nous avions à nous occuper était de réduire l'oxide de tantale. A cette fin, on prit

un creuset de charbon bien calciné, dont la cavité avait le diamètre d'une plume d'oie, et un pouce et demi de profondeur; on y mit de l'oxide de tantale qui avait été rougi; on l'y comprima fortement, et on ferma le creuset avec un couvercle de charbon: le tout fut mis, comme à l'ordinaire, dans un creuset de Hesse, et le feu fut continué pendant une heure dans une bonne forge. L'opération terminée, on trouva dans le creuset de charbon une masse métallique détachée de ses parois, ayant conservé la forme de la cavité, mais contractée d'environ un quart du volume de l'oxide. Quatre expériences, faites sur des quantités d'oxide de 5 à 10 grammes, et s'accordant assez bien, ont donné, pour résultat moyen :

Tantale,	94,8	100,000	182,3;
Oxigène,	5,2	5,485	10,0.

La réduction de l'oxide de tantale exige un degré de chaleur à peu près aussi violent que celle de l'oxide de manganèse. Il ne nous fut pas possible de fondre le métal; mais les grains adhéraient fortement ensemble. Quelquefois sa surface est d'un jaune de laiton, sans doute à cause de l'oxidation produite par la rentrée de l'air dans le creuset pendant son refroidissement.

Le tantale, tel que nous l'avons obtenu, jouit d'une adhérence entre ses particules qui paraît varier d'après la température à laquelle il a été exposé : ses plus petites parties sont dures et rayent le verre. Sa porosité ne permet pas de déterminer sa pesanteur spécifique. Sa couleur est d'un gris foncé; frotté avec un couteau dur, il prend un éclat métallique qui se montre encore mieux

quand on le passe sur une pierre à aiguiser fine : il ressemble alors au fer. Pendant qu'on le frotte et qu'il est humide, il se développe une odeur de gaz hydrogène semblable à celle que donne le manganèse, et qui est effectivement due à une certaine quantité de ce métal, qui se trouve dans le tantalite et qu'on ne peut en séparer entièrement. Le tantale se laisse réduire en une poudre qui n'a pas le moindre éclat métallique et qui est d'une couleur brunâtre foncée. Cette poudre est inattaquable par les acides muriatique, nitrique et nitromuriatique, même très-concentrés ce : dernier, après plusieurs jours de digestion, n'avait dissous que quelques traces de fer, et particulièrement de manganèse, qui, d'après toute vraisemblance, étaient contenues dans l'oxide de tantale, malgré tous les soins qu'on avait mis à l'en dépouiller. Le tantale se comporte avec l'eau régale de même que le chrome, le titane, l'iridium et le rhodium : comme ces métaux, il ne peut être oxidé par les acides ; il ne l'est que lorsqu'on le fait rougir avec de la potasse caustique, qui, par son affinité, détermine son oxidation.

Si l'on fait chauffer le tantale jusqu'à ce qu'il soit parfaitement rouge, il s'embrase et brûle faiblement sans flamme ; il s'éteint aussitôt qu'on le retire du feu : il prend par là une couleur d'un blanc grisâtre ; mais il ne nous fut jamais possible de le changer en oxide blanc et de lui faire absorber plus de 4,2 pour cent d'oxigène.

Le tantale, réduit en poussière et mêlé avec du nitre, détonne, quoique faiblement, lorsqu'on le projette dans un creuset rouge. La masse, qui est d'un blanc de neige, est une combinaison d'oxide de tantale et de potasse.

Le tantale s'allie aux autres métaux. En réduisant

son oxide contenant de l'acide tungstique, nous obtînmes un alliage ressemblant au tantale, mais plus compacte et plus dur que ce métal, et se laissant polir facilement.

L'oxide de tantale est réduit par le fer à une haute température : on obtient un alliage imparfaitement fondu et rayant le verre, qui ressemble à la fonte de fer, sans en avoir cependant la cassure cristalline. L'eau régale en sépare lentement le fer, et le tantale reste sous la forme d'une poussière grise.

Le tantalite même est réduit dans un creuset de charbon ; il donne une masse métallique, d'un jaune de laiton à sa surface, qui, du reste, dans son intérieur, ressemble au tantale.

Le gaz hydrogène que l'on fait passer sur l'oxide de tantale à une température rouge, lui donne une couleur grise. Une chaleur plus forte lui rend sa couleur blanche, et il se trouve avoir perdu si peu de son poids qu'il est difficile d'assigner le changement que le gaz hydrogène lui a fait éprouver. Quoique nous ayons fait beaucoup d'essais pour combiner le tantale avec le soufre, nous n'avons pu y réussir.

Quant à ses degrés d'oxidation, nous pensons qu'il n'en existe qu'un seul. La couleur d'un jaune de laiton, qu'on remarque souvent à sa surface, pourrait indiquer un degré inférieur d'oxidation ; mais il faudrait des expériences particulières pour s'en assurer.

La meilleure manière d'obtenir l'oxide de tantale dans toute sa pureté est de le fondre dans un creuset de platine avec du carbonate de potasse, et de dissoudre la masse dans l'eau. Cette masse ressemble à l'antimoniate de potasse en ce que, après que l'eau froide a enlevé l'excès

de carbonate de potasse avec un peu d'oxide, le reste se dissout alors dans l'eau bouillante; de sorte qu'il paraît qu'un excès de carbonate de potasse diminue la solubilité du tantale neutre de la même base. La dissolution a une saveur faible, un peu métallique. L'acide muriatique en précipite l'oxide de tantale avec une couleur blanche. Si on le fait digérer avec un excès d'acide, et qu'on le lave ensuite avec de l'eau bouillante, jusqu'à ce qu'elle ne précipite plus la dissolution d'argent, on obtient une poudre volumineuse, d'un blanc de neige, qui est une combinaison d'eau et d'oxide de tantale. Elle rougit le papier de tournesol, même après avoir été désséchée, pourvu que le papier de tournesol soit humide. Lorsqu'on la chauffe dans une retorte, son eau se dégage sans manifester aucune acidité, de sorte que la propriété que possède cette combinaison de rougir le papier de tournesol ne doit pas être attribuée à la présence d'un acide étranger, mais à l'oxide de tantale même, qui cependant, lorsqu'il a perdu son eau, ne réagit plus sur le tournesol, comme beaucoup d'autres acides anhydres. Nous avons trouvé que 100 parties du composé d'oxide de tantale et d'eau renferment 10,5 de cette dernière; ce qui revient à 12,342 d'eau pour 105,2 d'oxide: or, 11,342 d'eau renferment 10,9 d'oxigène, dont la moitié, 5,45, ne s'éloigne pas beaucoup de 5,2, qui exprime la quantité d'oxigène que prennent 100 de tantale: donc la combinaison d'eau et d'oxide de tantale est formée par deux proportions d'eau et une d'oxide.

Puisque l'oxide de tantale ne forme point de sels avec les acides; qu'il rougit le tournesol lorsqu'il contient de l'eau; qu'il se combine avec les alcalis, les terres et les

oxides métalliques, à l'égard desquels il joue le rôle d'un acide, il est clair qu'on doit le classer parmi les acides métalliques, quoiqu'il soit certain qu'il appartienne aux plus faibles, et qu'il doive être placé près de l'acide antimonique et de l'oxide de tellure, qu'il surpasse l'un et l'autre, au moins le dernier, par son affinité. D'après cela, on est autorisé à l'appeler désormais acide *tantalique*, et ses combinaisons avec les bases *tantalates*.

L'acide tantalique contenant de l'eau, exposé à l'action de l'ammoniaque, en absorbe une certaine quantité qu'il laisse dégager ensuite quand on l'expose à la chaleur. Si on mêle le tantalate d'ammoniaque avec la dissolution d'une terre ou d'un métal par un acide, il se fait un échange entre les deux sels, et l'acide tantalique se combine avec la terre ou l'oxide métallique. Cet acide donne, avec la baryte, un sel sous la forme d'une poussière blanche; mais il est difficile de l'obtenir à l'état neutre, et son analyse a donné des résultats très-variables. La plus grande quantité de baryte qui s'est trouvée combinée avec 100 parties d'acide a été de 40, qui ne contiennent que 4,2 d'oxigène.

L'oxide de tantale n'est à peu près attaqué par aucun acide. Wollaston dit qu'il est dissous par les acides oxalique, tartrique et citrique; mais, d'après nos essais, ces acides en prennent si peu, même par une longue digestion favorisée par l'action de la chaleur, qu'on peut les considérer comme n'ayant aucune action sur lui; seulement l'acide oxalique en dissout justement assez pour manifester, avec l'infusion de noix de galle, la couleur jaune sale de la combinaison de l'oxide de tantale avec

le tannin, sans qu'il en résulte de précipité. Au contraire, le tartre bouillant dissout une quantité considérable d'oxide de tantale contenant de l'eau; et lorsque la combinaison est saturée, elle se prend en masse par le refroidissement. La potasse en précipite l'oxide de tantale; le carbonate d'ammoniaque en excès le précipite aussi : une partie de l'oxide reste en dissolution, et celle qui s'est précipitée est très-volumineuse. Cette dernière contient du carbonate d'ammoniaque, qu'elle perd par une longue exposition à l'air. L'oxide de tantale se dissout aussi dans le tartre, mais en quantité infiniment moindre que lorsqu'il contient de l'eau.

Art. IV. *Analyse des minéraux contenant du tantale*; *par M.* Jac. Berzelius.

Tantalite de Finlande.

On ne sait point avec certitude dans quel endroit de la Finlande se trouve ce minéral : l'on croit avec beaucoup de vraisemblance qu'il vient des mines d'étain de Skogsbole, dans la province de Kimito, qui ne sont plus exploitées, et dont les minéraux ont beaucoup de rapport avec ceux dans lesquels on trouve le tantalite de Broddbo. Les échantillons dont il va être question viennent du laboratoire d'Ekeberg.

1. *Tantalite*. Morceau unique dont la pesanteur spécifique était marquée 7,236, et qui, après avoir été réduit en poudre et édulcoré, ne pesait qu'un gramme.

Ce minéral a été fondu dans un creuset de platine avec huit fois son poids de sulfate acide de potasse : la masse, traitée d'abord par l'eau froide, puis par l'eau bouillante,

a laissé un résidu sur lequel on a fait digérer successivement de l'hydrosulfure d'ammoniaque et de l'acide muriatique, et qui alors n'était que de l'oxide de tantale pesant 0^g,832.

L'hydrosulfure d'ammoniaque a été évaporé à siccité, et le résidu, rougi fortement dans un vaisseau ouvert, a laissé 0^g,006 d'une poudre blanche qui, exposée à la flamme du chalumeau avec un peu de soude, s'est réduite en un globule d'étain.

La dissolution du sulfate acide de potasse, mêlée avec l'acide muriatique précédent, a été traitée par l'acide nitrique pour convertir le fer en oxide rouge; ensuite elle a été saturée exactement par l'ammoniaque, et précipitée par le succinate de la même base. Le dépôt qui s'est formé a été calciné dans un creuset ouvert, et a laissé 0^g,09 d'oxide rouge de fer.

Le liquide surnageant a été mêlé à chaud avec du sous-carbonate de potasse; et, après une heure d'ébullition, il s'y est formé un précipité de carbonate de manganèse qui, rougi fortement dans un creuset ouvert, a laissé 0^g,093 d'oxide. Sa dissolution dans l'acide muriatique, à laquelle on a ajouté une goutte d'acide sulfurique, a donné un peu de sulfate de chaux, dont la quantité était trop petite pour être appréciée.

Il résulte de cette analyse que le tantalite est composé de :

Acide tantalique,	83,2,	ou acide tantalique,	83,2;
Oxide de fer,	9,0,	oxidule de fer,	7,2;
Oxide de manganèse,	9,3,	oxidule de mangan.,	7,4;
Oxide d'étain,	0,6,	oxide d'étain,	0,6;
Une trace de chaux.			
	102,1.		98,4.

L'oxidule de fer et celui de manganèse contiennent chacun 1,81 d'oxigène, ou ensemble 3,62. Les 83,2 d'oxide de tantale en renfermant 4,32, il faut que le minéral n'ait pas été décomposé entièrement, ou que l'oxidation du tantale ne soit pas exacte. N'ayant plus de tantalite à ma disposition, je n'ai pu déterminer si l'erreur vient de l'analyse; néanmoins on voit par les résultats précédens que le tantalite pur est composé d'une particule de tantalate d'oxidule de fer et d'une particule de tantalate d'oxidule de manganèse.

2. *Tantalite en poussière d'un brun de cannelle.* On a trouvé avec cette étiquette, parmi les minéraux d'Ekeberg, une espèce de tantalite en poussière, provenant d'un seul cristal dont la pesanteur spécifique était 7,936. Son analyse, faite comme la précédente sur $0^{g},82$ de matière, a donné pour résultat:

Oxide de tantale calciné au rouge,	89,21;
Oxide rouge de fer,	14,02;
Oxide de manganèse et chaux,	3,65.
	106,88.

L'excédant de près de 7 parties sur 100 indique quelque erreur d'analyse; néanmoins j'ai cru devoir rapporter ces résultats pour fixer l'attention des minéralogistes sur la différence qui existe entre ce tantalite et l'espèce précédente. Ils se rapprochent d'ailleurs de ceux obtenus par Klaproth, en analysant un tantalite dont la pesanteur spécifique était 7,3, et dans lequel il a trouvé 38 d'oxide de tantale, 10 d'oxidule de fer, et 2 d'oxide de manganèse.

Yttrotantalite d'Ytterby.

Le minéral auquel Ekeberg avait donné ce nom, et qui accompagne la gadolinite à Ytterby, n'avait pas été examiné d'une manière assez particulière. Ekeberg s'en était certainement beaucoup occupé, et il avait peut-être terminé son analyse ; mais on n'a rien trouvé parmi ses papiers qui y eût quelque rapport. Il m'avait cependant montré, dès 1808, un peu d'oxide d'urane qu'il avait retiré de l'yttrotantalite, et il m'avait dit en même temps que ce minéral contenait aussi de l'acide tungstique.

Parmi les échantillons laissés par Ekeberg, et qui étaient l'objet de ses recherches, il s'en est trouvé trois avec des étiquettes, dont j'ai entrepris l'analyse, et que je vais rapporter. Quoique les résultats que j'ai obtenus soient différens et ne permettent pas de déterminer avec précision la constitution de ces minéraux, ils serviront cependant à y répandre quelque jour.

1. *Yttrotantalite noir.* On le trouve avec la gadolinite au milieu du feldspath rouge et du mica, disséminé en morceaux au plus de la grosseur d'une noisette, montrant quelquefois de légères traces de cristallisation. Sa couleur est le noir ; sa cassure, d'un éclat métallique, est lamelleuse dans une direction, et à gros grains dans une autre. Les fragmens sont indéterminés ; il se brise facilement et donne une poussière grise. Il est opaque sur les bords les plus minces, dur, raye le verre : pesanteur spécifique, 5,395.

Au chalumeau, il décrépite faiblement, devient d'un brun sombre, un peu plus clair qu'avant. Il n'est point fusible par lui-même. Le phosphate de soude le dissout

lentement, sans prendre de couleur, ou au moins qu'une couleur jaunâtre. Le borax, au contraire, le dissout facilement; on obtient un verre incolore, ou seulement jaunâtre, qui devient opaque par le refroidissement. Il fond avec la soude sans se boursouffler. Par un essai dirigé convenablement, on peut en obtenir quelquefois un bouton d'étain très-reconnaissable. Les acides ne l'attaquent pas. Il se distingue très-aisément de la gadolinite; car celle-ci donne avec le borax un verre d'un beau vert sombre ou presque noir.

105,74 parties d'yttrotantalite, chauffées au rouge, abandonnent 5,74 d'eau.

2 grammes de minéral pulvérisé et rougi ont été chauffés dans un creuset d'argent avec 7g de potasse caustique. La masse fondue, encore chaude, était verte; elle devint ensuite d'un brun rouge, et, après le refroidissement, elle avait la couleur jaune-brun-sale de la poussière de l'yttrotantalite calciné.

a) La masse fut délayée dans l'eau, la dissolution décantée et précipitée par l'acide nitrique en excès. Le précipité blanc fut recueilli sur un filtre, lavé et ensuite arrosé avec de l'ammoniaque concentrée, qui en dissolvit une petite portion. La solution ammoniacale laissa, après l'évaporation et la calcination au rouge de la masse saline, une poudre jaune du poids de 0g,145, qui donna avec le phosphate de soude un verre bleu, et qui était de l'acide tungstique.

b) La partie du minéral qui ne s'était pas dissoute fut mise en digestion avec de l'acide muriatique concentré, jusqu'à ce que la partie insoluble fût parfaitement blanche. L'acide fut alors décanté, et le résidu, après avoir

été lavé, fut réuni à celui qu'avait laissé l'ammoniaque dans le n° *a*). Ces deux résidus, traités par l'hydrosulfure d'ammoniaque, lui cédèrent de l'acide tungstique avec de l'oxide d'étain, pesant ensemble, après avoir été rougis, $0^g,02$. Ce qui ne s'était pas dissous dans l'hydrosulfure, après avoir été lavé, séché et rougi, pesa $1^g,04$, et se comporta comme l'oxide de tantale.

c) La dissolution du n° *a*), qui avait été saturée d'acide nitrique, fut traitée par l'ammoniaque, et donna un précipité blanc qui devint jaunâtre en le faisant rougir, et qui pesait o ,o5. Il se comporta au chalumeau comme de l'oxide de tantale mêlé avec un peu de tungstate de fer.

d) La dissolution muriatique du n° *b*) était jaune. On y versa de l'ammoniaque et elle fut filtrée. La partie fluide donna avec l'oxalate d'ammoniaque un précipité qui, après avoir été lavé et calciné, se dissolvit avec effervescence dans l'acide sulfurique faible, et donna, après avoir été rougi, $0^g,3$ de sulfate de chaux, représentant $0^g,125$ de chaux.

e) Le précipité recueilli sur le filtre n° *d*), après avoir été rougi, fut traité par l'acide muriatique; il resta $0^g,05$ d'oxide de tantale contenant de l'étain. La dissolution acide, neutralisée avec l'ammoniaque et traitée par l'oxalate d'ammoniaque, donna un précipité qui, lavé, séché et rougi, laissa $0^g,404$ d'yttria.

f) La dissolution du n° *e*), dans laquelle on avait mis de l'oxalate d'ammoniaque, fut mêlée avec du carbonate d'ammoniaque un peu en excès : il en résulta un précipité qui, rougi, pesa $0^g,07$, et était de l'oxide de fer.

g) Le liquide ammoniacal du n° précédent fut con-

centré, et on y versa de l'infusion de noix de galle, qui y produisit un précipité d'un brun rouge. Ce précipité, après avoir été rougi, pesa 0^g,01, et se comporta comme de l'oxide d'urane.

L'analyse a donc fourni les résultats suivans :

Oxide de tantale	*a*)	1,04 ;		
	c)	0,05 ;		
	e)	0,05 =	1,140	57,00 ;
Acide tungstique	*a*)	0,145 ;		
	b)	0,020 =	0,165	8,25 ;
Yttria	*e*)	0,405	0,405	20,25 ;
Chaux	*d*)	0,125	0,125	6,25 ;
Oxide de fer	*f*)	0,070	0,070	3,50 ;
Oxide d'urane	*g*)	0,010	0,010	0,50.
			1,915	95,75.

Une perte de 4 ¼ pour cent est très-considérable ; mais je suis porté à croire que, dans une analyse aussi compliquée que celle-ci, il est impossible d'éviter que les pertes ne soient pas plus grandes que celles des analyses ordinaires.

2. *Yttrotantalite jaune*. Sa couleur tire au brun jaune, en même temps un peu au vert dans quelques morceaux ; ordinairement elle est inégale, avec des taches et des bandes verdâtres. On le trouve dans le feldspath en lames minces, irrégulières, rarement en grains, dont les plus gros, parmi ceux que j'ai vus, ne surpassent pas un grain de poivre. Il ne montre aucune trace d'une formation cristalline. La cassure des lames, dans le sens de leur longueur, est feuilletée, et en travers conchoïde. Il est éclatant, extérieurement d'un éclat gras, en travers d'un

éclat vitreux. Il est opaque, donne une poussière blanche; il raye à peine le verre; mais, à son tour, il en est fortement rayé. Pesanteur spécifique, d'après Ekeberg, 5,832.

Au chalumeau, il est infusible, décrépite faiblement et prend une couleur d'un jaune de paille clair. Avec le phosphate de soude, il donne un verre opaque, d'un rose pâle; et, avec le borax, un verre jaune transparent, dont la couleur se fonce davantage par le refroidissement. La soude et les acides ne l'attaquent point. 104,85 perdent par la chaleur 4,85 d'eau. Ce minéral a été analysé d'abord avec le sulfate acide de potasse et ensuite avec le sous-carbonate de soude.

Résultat de la 1re analyse.		Résultat de la 2e.	
Oxide de tantale,	60,124.	Oxide de tantale,	59,50.
Yttria,	29,780.	Yttria,	24,90.
Chaux,	0,500.	Chaux,	3,29.
Oxide d'urane,	6,622.	Oxide d'urane,	3,23.
Oxide de fer,	1,155.	Oxide de fer,	2,72.
Acide tungstique et étain,	1,044.	Acide tungstique,	1,25.
	99,225.		94,89.

Ces deux analyses, quoique faites par deux moyens différens, dont le premier peut être plus exact que le second, me semblent prouver que les grains de l'yttrotantalite jaune n'ont pas tous la même composition, et qu'il est par conséquent inutile de chercher à déterminer plus exactement le rapport de leurs élémens.

3. *Yttrotantalite d'une couleur sombre*. Sa couleur est le noir, tirant d'une manière peu sensible au brun. On le trouve, avec le précédent, ordinairement en belles lames enchâssées, rarement en grains, qui ne montrent

pas la moindre trace de cristallisation. Sa cassure est conchoïde dans une direction, à grains fins dans une autre, comme dans l'espèce précédente. Son éclat tient le milieu entre l'éclat vitreux et l'éclat gras. En minces éclats, il est transparent, presque incolore, ou à peine jaunâtre. Sa poussière est blanche. Il est dur comme le précédent, pesant ; mais sa densité n'a pas été déterminée.

Il ne fond point au feu du chalumeau, décrépite faiblement et devient jaune clair. Avec le phosphate de soude, il donne un verre opaque, d'un gris verdâtre ; avec le borax, un verre jaune transparent qui, par l'addition d'une nouvelle quantité d'yttrotantalite, prend une couleur d'un brun jaune sombre. La soude et les acides ne l'attaquent pas.

Comme ce minéral se trouve mêlé avec du tungstate de fer, et qu'on y trouve des grains plus ou moins gros, dont la couleur s'éclaircit très-peu en les faisant rougir, on ne choisit pour l'analyse que les morceaux qui devenaient jaunes dans toute leur masse par la calcination, sans montrer des taches noires ou d'un brun de rouille. Chaque morceau fut rougi à part ; ceux qui conservèrent leur couleur noire perdirent seulement 2,72 pour cent de minéral rougi ; tandis que, dans ceux qui devinrent jaunâtres, la perte s'éleva à 6,06. Leur analyse, faite par le moyen du sous-carbonate de soude effleuri, a donné les résultats suivans :

Oxide de tantale,	51,815 ;
Yttria,	38,515 ;
Chaux,	3,260 ;
Oxide d'urane,	1,111 ;
Acide tungstique contenant de l'étain,	2,592 ;
Oxide de fer,	0,555.
	97,848.

Avant de m'occuper de ce que j'appelle la composition chimique de ces minéraux, je dirai quelques mots des moyens que j'ai employés pour reconnaître chacun de leurs principes constituans.

L'yttria se distingue aisément par la propriété qu'elle a de former des sels sucrés, et par son insolubilité dans la potasse, qui ne permet point de la confondre avec la glucine ou l'alumine. L'yttria que j'ai obtenue de l'yttro-tantalite est beaucoup plus pure que celle que j'avais retirée de la gadolinite, et qui, malgré les soins que j'avais pris de la purifier, retenait de l'oxide de cérium : cet oxide se laisse facilement découvrir lorsqu'on met l'yttria, préalablement chauffée au rouge, dans une bouteille fermée avec de l'acide muriatique; car, au bout de quelque temps, l'odeur du chlore se manifeste.

L'oxide de tantale est certainement très-aisé à reconnaître, à cause de son insolubilité dans les acides; cependant comme, dans plusieurs circonstances, il se laisse précipiter ou dissoudre avec d'autres corps, ce caractère n'est plus suffisant. J'ai constaté sa présence, 1° d'après la manière dont il se comporte au chalumeau avec le phosphate de soude et le borax; 2° en le faisant fondre avec du sulfate acide de potasse. On obtient, dans ce dernier cas, une masse transparente qui se dissout dans l'eau en laissant précipiter l'oxide de tantale, lequel, mis ensuite avec l'infusion de noix de galle, prend une couleur d'un jaune plus ou moins sombre, pendant que le liquide surnageant devient orange foncé.

Il m'est arrivé, dans le cours de mes analyses, d'obtenir un oxide de tantale qui, à ses autres propriétés, réunissait celle de donner avec le phosphate de soude, à

la flamme bleue du chalumeau, un verre d'un rouge de safran foncé. Cette circonstance se présente lorsque l'oxide contient du tungstate de fer; mais elle n'a pas lieu lorsqu'il contient seulement de l'acide tungstique ou de l'oxide de fer. Cela donne un moyen commode de reconnaître si l'oxide de tantale est souillé d'acide tungstique; car il suffit d'ajouter un atome d'oxide de fer, et de voir s'il communique au phosphate de soude une couleur d'un rouge de safran.

L'acide tungstique se reconnaît à la propriété qu'il a de devenir vert tout seul, à la flamme bleue du chalumeau; de donner avec le phosphate de soude un verre transparent qui reste incolore, ou seulement jaunâtre, dans la flamme extérieure du chalumeau; mais qui devient d'un beau bleu dans la flamme intérieure. L'alumine, la silice, et même une certaine quantité d'oxide de tantale ou d'oxide d'étain, enlèvent au verre sa couleur bleue, quoiqu'ils n'empêchent pas l'acide tungstique de devenir jaune lorsqu'on le fait rougir.

Les caractères de l'oxide d'urane sont assez bien connus. Je me suis assuré de sa présence, 1° parce qu'il n'est pas précipité par les oxalates neutres, si l'on fait abstraction de celui qu'emporte l'oxalate d'yttria en se précipitant, comme cela arrive pour beaucoup d'autres corps; 2° qu'il se dissout facilement dans le carbonate d'ammoniaque en lui communiquant une couleur jaune, mais non dans l'ammoniaque; 3° qu'il donne, avec l'infusion de noix de galle, un précipité d'un brun de chocolat foncé; 4° qu'il devient d'un vert noir à la flamme intérieure du chalumeau; 5° qu'il donne avec le phosphate de soude, à la flamme intérieure du chalumeau, un beau verre

transparent, d'un vert d'herbe, qui devient jaune par l'addition du nitre, quoiqu'il lui reste toujours un coup-d'œil verdâtre.

Quant à l'oxide d'étain, on le reconnaît en l'exposant avec de la soude à la flamme intérieure du chalumeau ; car il résulte ordinairement un globule d'étain très-aisé à distinguer.

Si nous cherchons maintenant à apprécier les résultats de ces diverses analyses, nous remarquerons que, dans l'yttrotantalite noir, 57 parties d'oxide de tantale étaient combinées avec 20,25 d'yttria et 6,25 de chaux, et qu'il contient aussi 8,25 d'acide tungstique avec 3,5 d'oxide de fer. Maintenant, dans 57 parties d'oxide de tantale, il y en a 2,964 d'oxigène ; dans 20,25 d'yttria, 4,05 ; et dans 6,25 de chaux, 1,75. Ces deux dernières quantités d'oxigène, réunies, font 5,75, qui est à peu près le double de l'oxigène de l'oxide de tantale ; car $2 \times 2,96 = 5,92$.

8,25 parties d'acide tungstique prennent une quantité d'oxidule de fer représentant 2,65 d'oxide rouge ; il en reste donc 0,85 sur les 3,5, qui peut-être étaient combinés dans le minéral avec l'oxide de tantale ; mais qui peut-être aussi, à cause de la trop petite quantité de l'acide tungstique, s'y trouvent à l'état de tungstate d'oxidule de fer (1). L'apparence inégale de l'yttrotantalite noir, après

---

(1) On doit rappeler ici que l'acide tungstique contient 20 centièmes d'oxigène, et trois fois plus que les bases qu'il sature. C'est sur ces données que sont fondés les calculs de M. Berzelius, quoique les résultats qu'on peut en déduire ne soient pas tout-à-fait d'accord avec ceux de la traduction allemande.

qu'il a été rougi, montre évidemment qu'il contient du tungstate d'oxidule de fer, mélangé mécaniquement, et que, malgré sa tendance à la forme cristalline, il doit être considéré comme un minéral mélangé.

Quant au rapport de l'yttria avec la chaux, on peut remarquer que l'oxigène de l'yttria est à peu près le double de celui de la chaux; et, d'après cela, on peut se représenter la masse principale du minéral comme composée d'un tantalate triple, formé par deux particules de sous-tantalate d'yttria, dans lequel l'yttria contient deux fois plus d'oxigène que l'acide (*subtantalas biyttricus*), et une particule de sous-tantalate de chaux (*subtantalas bicalcicus*). Quoique cette composition soit possible, il pourrait encore arriver que les deux tantalates se fussent mélangés accidentellement, sans que leur affinité y eût concouru pour quelque chose, comme c'est évidemment le cas pour d'autres yttrotantalates et tantalites. Il est, au reste, dans chaque cas, plus sûr de considérer le minéral comme formé par les deux sous-tantalates, sans décider jusqu'à quel point on doit le prendre pour une combinaison chimique ou pour un simple mélange, en attendant que de nouvelles recherches permettent de décider avec plus de sûreté la question.

L'yttrotantalite jaune ne contient que des traces de tungstate de fer; mais, au contraire, une portion remarquable de sous-tantalate d'urane, dont la quantité, aussi bien que celle du sous-tantalate de chaux, paraît varier dans divers échantillons d'une manière très-notable.

Dans la première analyse faite avec les morceaux les plus jaunes et les plus purs, 60,124 d'oxide de tantale

contiennent 3,126 d'oxigène. Les bases combinées avec lui contiennent : l'yttria, 5,956 d'oxigène ; la chaux, 0,14 ; et l'oxide d'urane, 0,54. Ces trois quantités, ajoutées ensemble, font 6,636, quantité qui est à peu près égale au double de l'oxigène de l'oxide de tantale. On est fondé, d'après cela, à conclure que, dans l'yttrotantalite jaune, l'oxigène de l'oxide de tantale est la moitié de celui des bases. La seconde analyse conduit aussi au même résultat.

Dans l'yttrotantalite d'une couleur sombre, il se présente un tout autre rapport. Ce minéral contient 51,815 d'oxide de tantale, dont l'oxigène est 2,694 ; l'yttria en renferme 7,703, la chaux 0,9, et l'oxide d'urane 0,096. L'oxigène des bases est égal à 8,7, qui est le triple de l'oxigène de l'oxide de tantale ; car $2{,}694 \times 3 = 8{,}082$; et l'on peut conjecturer que l'yttrotantalite contient des sous-tantalates d'yttria, de chaux et d'oxide d'urane.

Les yttrotantalates qu'on trouve à Ytterby sont par conséquent des mélanges de plusieurs sous-tantalates d'yttria, de chaux et d'urane, mêlés entre euxdans divers rapports. Les plus communs parmi ces minéraux paraissent être ceux où les bases contiennent deux fois plus d'oxigène que l'acide : peu commun au contraire paraît être l'yttrotantalite brun, ou celui qui contient le sous-tantalate d'yttria, dans lequel l'oxigène de la base est triple de celui de l'oxide (*subtantalas triyttricus*), à en juger par les quantités de ce minéral qu'on a trouvées dans la collection d'Ekeberg.

Quoiqu'on ne puisse exprimer par nos formules minéralogiques les quantités relatives de ces minéraux, parce qu'elles sont accidentelles et variables, ces formules

ne laissent pas encore d'être utiles pour donner une idée de leur constitution chimique (1).

Art. V. *Analyse des tungstates connus jusqu'à présent; par M.* J. Berzelius.

Le wolfram qui a servi à mes recherches venait du Cumberland ; il était bien choisi et, autant qu'on pouvait en juger à l'œil, entièrement exempt de silice. J'ai commencé par m'assurer, contre l'opinion de MM. Aikin et Hausmann, que ce minéral résulte de la combinaison de l'acide tungstique avec les oxidules de fer et de manganèse, et je l'ai ensuite analysé en le fondant avec cinq fois son poids de sulfate acide de potasse (2).

---

(1) Nous ne rapporterons point ces formules, qui demanderaient des développemens trop longs pour trouver place ici ; mais nous espérons revenir plus tard sur la notation et le système minéralogique de M. Berzelius. Nous avons rapporté presque textuellement les recherches de l'auteur sur les yttrotantalites, dans l'intention de rendre ses considérations familières à nos lecteurs ; mais nous devons avouer que nous eussions pu prendre des exemples plus heureux, et nous aurions à craindre, si on voulait juger son système d'après les analyses précédentes, qu'on ne trouvât fondés les reproches (présentés d'une manière trop inconvenante sans doute) qui lui ont été adressés dans le *Journal de l'Institution royale*.

(2) M. Berzelius a décrit cette analyse avec beaucoup de détails ; mais nous sommes forcés, malgré son intérêt et sa difficulté, de n'en rapporter que les résultats.

J'ai obtenu pour résultat :

Acide tungstique,	78,775,	ou acide tungstique,	78,775.
Oxide de fer,	20,425,	oxidule de fer,	18,320.
Oxide de manganèse,	6,912,	oxidule de mangan.,	6,220.
Silice,	1,250,	silice,	1,250.
	107,362.		104 565.

L'excès de 4,5 pour cent me paraît être dû à de la potasse que l'acide tungstique a retenue, et dont il est très-difficile jusqu'à présent de le séparer. En prenant donc pour acide tungstique tout ce qui reste après l'oxidule de fer, celui de manganèse et la silice, on a 74,46, au lieu de 78,77 pour la quantité de cet acide.

Dans une autre analyse, dans laquelle je m'appliquai à déterminer avec la plus grande précision les proportions du fer et du manganèse, j'ai trouvé, toute correction faite :

Acide tungstique,	74,666;
Oxidule de fer,	17,594;
Oxidule de manganèse,	5,640;
Silice,	2,100.

L'oxidule de fer contient exactement 4 parties d'oxigène : celui de manganèse en contient seulement 1,25; et cette quantité, multipliée par 3, donne 3,75. On peut donc admettrè que l'oxigène de l'oxidule de manganèse est le tiers de celui de l'oxidule de fer, d'autant plus que ce rapport est tout-à-fait exact dans l'analyse précédente.

Maintenant 100 parties d'acide tungstique contenant 20 pour cent d'oxigène, les 74,666 doivent en contenir 14,933. L'oxigène des deux oxidules réunis est égal

à 5,25; et si on le multiplie par 3, on a 15,75, peu différent de 14,93. D'après cela, il est évident que, dans le wolfram, l'acide tungstique contient trois fois plus d'oxigène que les bases, et que ce minéral peut être considéré comme composé d'une particule de tungstate d'oxidule de manganèse combinée avec trois de tungstate d'oxidule de fer.

Analyse du tungstate de chaux.

Ce minéral, analysé par le moyen de l'acide nitrique, s'est trouvé composé de :

Acide tungstique,	80,417;
Chaux,	19,400.
	99,817.

L'acide tungstique contient 16,08 d'oxigène, et la chaux 5,43. Il suit de là que, dans le tungstate de chaux, le rapport de l'oxigène de l'acide à celui de la base est le même que dans le wolfram.

Sur l'action réciproque des Pendules, et sur la vitesse du son dans les diverses substances.

Par M. Laplace.

Lu à l'Académie des Sciences le 25 novembre 1816.

La remarque que j'ai lue, il y a peu de temps, à l'Académie, sur la mesure du pendule à secondes par Borda, m'a conduit à examiner particulièrement les di-

verses circonstances qui peuvent influer sur ce genre d'expériences, et les précautions à prendre pour assurer l'exactitude des résultats, précautions qui doivent être extrêmes, lorsqu'on veut obtenir la longueur du pendule, à un centième près de millimètre. L'une d'elles, la plus importante, consiste à fixer l'appareil de la manière la plus solide, en l'attachant à un corps très-massif tel qu'un mur épais, et dont les molécules ne soient pas susceptibles de faire entre elles des vibrations étendues. Daniel Bernoulli rapporte dans les Mémoires de Pétersbourg pour l'année 1777, une observation de Ferdinand Berthoud qui, ayant fermement attaché une excellente pendule astronomique, peu fixe auparavant, trouva que, par ce changement seul, elle retardait de cinq minutes en un jour; ce que Bernoulli explique d'une manière ingénieuse et juste. Des horloges fixées sur une même barre lui impriment un léger mouvement, font vibrer ses molécules, et par la réunion de ces causes, agissent les unes sur les autres, et modifient réciproquement leurs oscillations. Huyghens, dans son ouvrage *De Horologio oscillatorio*, rapporte qu'ayant ainsi fixé deux horloges dont la marche était égale, il les vit avec surprise osciller en sens contraire, les oscillations de l'une d'elles commençant toujours au même instant où les oscillations de l'autre finissaient. Mais il est bien plus remarquable encore que cela ait lieu dans le cas même où il existe une légère différence dans la marche des deux horloges isolées. Ellicot a fait sur cet objet des expériences curieuses qu'il a consignées dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1741; et M. Breguet a obtenu des résultats semblables sur deux chronomètres placés très-

près l'un de l'autre. Je fais voir ici que ces phénomènes sont produits par le mouvement que les horloges impriment à la masse qui les soutient, et par les vibrations qu'elles excitent dans ses molécules. Déjà les physiciens ont observé plusieurs effets très-curieux de ces vibrations, parmi lesquels on doit surtout distinguer les phénomènes observés par M. Chladni, sur les plaques et les verges sonores. Ce savant physicien en a déduit une méthode ingénieuse pour déterminer la vitesse du son dans les divers corps solides. Les recherches précédentes m'ont conduit au théorême suivant pour avoir cette vitesse dans les substances solides, liquides et aériformes.

Je suppose que l'on ait déterminé par l'expérience l'allongement qu'un mètre solide placé horizontalement et fixe à l'une de ses extrémités reçoit par l'action d'un poids égal au sien, et qui agit à son autre extrémité : si la substance est fluide, je suppose que l'on ait déterminé le raccourcissement d'une colonne horizontale de ce fluide, de la longueur d'un mètre, et comprimée par un poids égal au sien. Cela posé, si l'on divise, par cet allongement ou ce raccourcissement, le double des mètres dont la pesanteur fait tomber les corps dans une seconde sexagésimale, la racine carrée de ce quotient sera le nombre de mètres que le son parcourt dans cette substance pendant le même intervalle.

Ainsi Borda ayant observé qu'une règle de cuivre jaune, longue de onze pieds et demi et pesant 37 onces, s'allonge, par l'action d'un poids de 24 livres, de cinq parties trois quarts, chaque partie étant un cent millième de la toise, il en résulte qu'une règle d'un mètre s'allonge

de $0^{m},00000077379$, par l'action d'un poids égal au sien. En divisant par cette fraction l'espace $9^{m},8088$, double de celui que la pesanteur fait décrire à Paris dans la première seconde, la racine carrée 3560,4 du quotient sera le nombre de mètres que le son parcourt en une seconde dans le cuivre jaune.

On sait que la vitesse du son dans l'air est accrue d'un sixième environ par la chaleur que développe le rapprochement des molécules vibrantes. La même cause doit sans doute altérer cette vitesse dans tous les corps ; mais il est difficile d'en déterminer l'influence. On peut cependant y parvenir en comparant la vitesse déduite du théorème précédent avec celle que donne la méthode de M. Chladni ; car cette méthode, fondée sur le son produit par les vibrations longitudinales des verges sonores, donnant la vitesse réelle du son, l'excès de cette vitesse sur la précédente sera l'effet de la température alternativement élevée et abaissée dans les vibrations. La vitesse du son, conclue des expériences de M. Chladni sur une verge de cuivre jaune, est de $3596^{me},58$ par seconde ; ce qui ne surpasse la précédente que d'environ un centième. L'influence de la cause dont j'ai parlé est donc ici beaucoup moindre que pour l'air ; mais les petites erreurs des expériences laissent encore sur cet objet quelque incertitude.

Pour appliquer ce résultat aux fluides, je prendrai l'eau pour exemple. Suivant les expériences de Canton, rapportées dans les volumes LII et LIV des *Transactions philosophiques*, lorsque la hauteur du baromètre est $0^{m},76$, le thermomètre centigrade marquant 10°, la pression de l'atmosphère diminue le volume de l'eau de

42,5 millionièmes. La diminution linéaire est trois fois moindre ; ainsi une colonne d'eau d'un mètre de longueur est diminuée de 14,5 millionièmes par une pression équivalente à celle d'une colonne verticale du même fluide haute de $10^{me},325$. Le raccourcissement de la première colonne, comprimée par un poids égal au sien, est donc $0^{me},0000014044$. En divisant $9^{me},8088$ par cette fraction, 2642,8, racine carrée du quotient, sera le nombre de mètres que le son parcourt dans l'eau pendant une seconde : sa vitesse dans ce fluide est donc à peu près huit fois plus grande que dans l'air.

Les expériences de Canton sur l'eau de mer, dont la pesanteur spécifique est 1,028, donnent 37,5 millionièmes pour la diminution de son volume par la pression de l'atmosphère : d'où il suit que le son y parcourt $2807^{m},4$ dans une seconde. Ces deux vitesses relatives à une température de dix degrés varient très-sensiblement avec elle. Les expériences propres à déterminer ainsi la vitesse du son dans les diverses substances me paraissent dignes de fixer l'attention des physiciens.

(*Note du Rédacteur.*) — Les expériences d'Ellicot dont M. de Laplace parle dans son Mémoire étant peu connues, nous allons en rapporter la substance.

Deux horloges contenues dans des boîtes séparées, qui fermaient parfaitement, furent placées l'une à côté de l'autre et de manière qu'elles reposaient sur une même tringle en bois. Les pendules pesaient chacun 23 livres ; dans l'état de repos, ils étaient distans l'un de l'autre de deux pieds ; un poids de trois livres suffisait pour leur faire décrire des arcs de trois degrés. Dans cet état, l'on faisait osciller le pendule d'une des

deux horloges, que, pour abréger, j'appellerai n° 1 : après un *intervalle* de temps de 16 minutes, ce pendule avait communiqué une telle quantité de mouvement au pendule du n° 2, qui d'abord était en repos, que celui-ci décrivait des arcs de 2 degrés et avait mis en jeu tous les rouages de l'horloge; 30 minutes après le commencement de l'expérience, l'horloge n° 1 était arrêtée, tandis que le pendule du n° 2 parcourait des arcs de 5 degrés.

Les effets étaient différens lorsqu'on faisait d'abord osciller le pendule du n° 2; celui-ci n'exerçait jamais une assez grande influence sur le pendule voisin pour faire engrener les rouages de l'horloge et communiquer le mouvement aux aiguilles. Ces variétés tenaient, suivant l'auteur, à l'inégalité de longueur qui existait entre les deux pendules.

Pour découvrir par quelles pièces de l'appareil les deux pendules influaient l'un sur l'autre, M. Ellicot plaça derrière la boîte de l'horloge n. 2 un appui qui l'éloignait de la tringle de bois, et dès-lors il ne put pas remarquer, même après un temps très-long, qu'elle fût influencée, soit dans l'état de repos, soit dans celui de mouvement, par l'horloge voisine, qui était toujours dans la première situation. Un coin convenablement placé éloigna ensuite de même l'horloge n° 1 de la tringle. Après avoir ainsi isolé les deux boîtes, M. Ellicot plaça dans l'intervalle qui les séparait une pièce de bois qui se soutenait d'elle-même par un léger frottement : l'influence des deux pendules était tellement augmentée par cette disposition, qu'il suffisait de *six minutes* pour que l'horloge n° 1 mît en mouvement sa voisine; et, après un nouvel intervalle de même durée, la première était déjà en repos. Cette influence parut diminuer, sans cependant être jamais détruite, à mesure que le sol sur lequel les boîtes des pendules reposaient devenait plus solide.

Si de là nous passons aux phénomènes que présentaient les

deux pendules lorsqu'on les mettait simultanément en mouvement avec une amplitude d'environ 4°, nous trouvons que les arcs décrits par le n° 1 augmentaient d'étendue, pendant que ceux du n° 2 diminuaient; en sorte qu'après un certain temps les rouages et les aiguilles que celui-ci conduisait ne marchaient plus. A peine cependant quelques minutes s'étaient-elles écoulées, que les oscillations de ce second pendule se ranimaient; mais elles n'atteignaient jamais la valeur qu'elles avaient eue à l'origine du mouvement : c'est à 2° d'amplitude qu'elles déterminaient la marche des aiguilles. Pendant que les oscillations du pendule n° 2 allaient ainsi toujours en augmentant, celles du n° 1 diminuaient, et lorsque les arcs n'étaient plus que de 1° 30′, cette horloge s'arrêtait à son tour. Ces arcs s'agrandissaient bientôt; ceux du n° 2 diminuaient alors de nouveau; l'horloge s'arrêtait encore, et, après un certain nombre de minutes, recouvrait une seconde fois son premier mouvement. Dès-lors le n° 1 commençait à décliner, et bientôt après l'horloge était arrêtée; mais son pendule, qui ne se mouvait presque plus, ne décrivait jamais, dans la suite de l'expérience, des arcs assez grands pour faire engrener les rouages; le n° 2 continuait à se mouvoir indéfiniment avec une amplitude d'environ 4°.

Pour étudier de plus près cette influence *mutuelle* et *alternative* des deux horloges, M. Ellicot imagina de mettre une seconde fois les deux pendules en mouvement, mais en leur faisant décrire de très-grands arcs. Durant cette expérience, comme dans l'autre, chacun des pendules paraissait faire à son tour les oscillations les plus étendues; mais les horloges ne s'arrêtèrent pas; elles allèrent au contraire pendant plusieurs jours consécutifs, sans jamais s'écarter l'une de l'autre *d'une seule seconde*, quoique leurs marches, déterminées séparément, différassent d'*une minute et trente-six secondes* en 24 heures. Le pendule n° 1 avança, dans ce cas, relativement

à son état ordinaire, de 1′ 17″, tandis que le n° 2 retarda de 19″.

En changeant la longueur des pendules, on altérait la durée de la période pendant laquelle leurs mouvemens augmentaient et diminuaient : plus les pendules approchaient d'être égaux, et plus la période était longue.

Une circonstance importante de ces expériences dont M. Ellicot ne parle pas, et qui n'avait point échappé à l'auteur anonyme d'une lettre insérée dans le *Journal des Savans*, du 6 mars 1665, c'est que lorsque deux horloges voisines marchent d'accord, les pendules ne sont pas parallèles dans leurs vibrations, mais qu'ils s'approchent et s'écartent par des mouvemens contraires. Si on les fait battre par des coups entremêlés, ils se mettent toujours en consonnance après un certain temps, et y restent ensuite indéfiniment. Les deux horloges dont se servait cet observateur différaient l'une de l'autre de 5″ par jour lorsqu'elles marchaient séparément; la communication de mouvement avait lieu par une tringle de bois. Dans le double chronomètre de M. Bréguet, les deux systèmes ne pouvaient agir l'un sur l'autre que par l'entremise des pièces de cuivre sur lesquelles ils étaient fixés : l'air du moins n'y entrait pour rien, car leur accord n'était pas altéré, comme je m'en suis assuré, lorsqu'on les plaçait dans le vide, quoiqu'alors leur marche s'accélérât de plus de 20″ par jour.

Aux Rédacteurs des Annales de Chimie et de Physique.

Réponse de M. Théodore de Saussure *aux objections faites à ses observations sur les variations du gaz acide carbonique dans l'air.*

Genève, ce 12 septembre 1816.

« Messieurs,

« Dans la note que j'ai publiée (*Bibliothèque universelle*, *Sciences et Arts*, vol. Ier) sur les variations du gaz acide carbonique de l'atmosphère, j'ai dit, après avoir signalé les principales circonstances météorologiques de mes observations, que, par *un temps à peu près calme*, la quantité de gaz acide carbonique est beaucoup plus grande en été qu'en hiver.

« Dans l'extrait que vous avez donné de ces recherches (*Annales de Chimie et de Physique*, vol. II, p. 204), vous annoncez que vous rapportez textuellement mes résultats, et cependant vous avez supprimé la réserve que j'y ai mise pour l'agitation de l'air, en omettant la condition du *temps à peu près calme*, et des observations météorologiques qui s'y rapportent. Il me suffit d'avoir mis cette restriction dans ma conclusion pour montrer que mes observations ont été faites, en hiver et en été, dans des circonstances particulières, et ne donnent point la quantité absolue du gaz acide carbonique pendant tout une saison : or, comme les raisonnemens allégués contre mes observations requièrent et supposent à tort qu'elles donnent sans restriction la quantité absolue du

gaz acide carbonique pendant tout l'été et tout l'hiver, il est évident qu'ils n'ont ici point de valeur, quelque forts qu'ils puissent être d'ailleurs.

« Lorsque j'ai cherché à connaître si le gaz acide carbonique de l'air subissait des variations en hiver et en été, j'ai choisi les circonstances où ces changemens me paraissaient devoir être les plus grands : dans ce but, mes expériences ont été faites, autant que je l'ai pu, non-seulement par un temps calme, mais encore dans les termes voisins de la plus grande chaleur en été, et du plus grand froid en hiver *au milieu du jour*. Elles sont beaucoup trop restreintes pour avoir épuisé ce sujet; mais on doit quant à présent considérer leurs résultats d'après les observations météorologiques qui les accompagnent, comme donnant à peu près les termes extrêmes des quantités de gaz acide carbonique, soit en été, soit en hiver *au milieu du jour*, et non point comme les approximations des quantités absolues du gaz acide carbonique que l'air contient dans tout l'été et dans tout l'hiver. Pour que mes recherches eussent pu atteindre ce dernier but relativement à la température, elles auraient dû être faites non-seulement dans les extrêmes de chaleur en été, et de froid en hiver, mais encore dans les plus basses températures de l'été et les plus hautes de l'hiver.

« Je poursuis, depuis la rédaction de mon premier travail ou depuis quinze mois, ces recherches dans des circonstances variées : les conséquences que j'en puis tirer quant à présent me portent à admettre que, dans une même saison, la quantité de gaz acide carbonique de l'atmosphère est subordonnée, 1° à la température qui augmente la quantité de ce gaz ; 2° à la force du vent qui

diminue cette quantité ; 3° à la sécheresse du sol qui, lorsqu'elle est très-grande, diminue aussi cette quantité. D'ailleurs, ces derniers résultats confirment les premiers, en montrant que la proportion du gaz acide carbonique dans l'air est toujours plus grande en été qu'en hiver.

« Il ne paraît pas que j'aie encore atteint le minimum du gaz acide carbonique en hiver ; je me fonde sur une observation qui est consignée dans la *Bibliothèque universelle*, et que vous avez omise dans votre extrait. Ce résultat n'a pas été introduit dans la moyenne de mes observations, parce qu'il n'est pas compris dans les conditions dont j'ai parlé. Il donne la plus petite quantité de gaz acide carbonique que j'aie jamais trouvée dans l'atmosphère, c'est-à-dire, 4,25 parties de gaz acide en volume sur 10000 parties d'air : elle a été obtenue le 10 novembre, dans un temps pluvieux, par un *vent S. O. des plus violens*, le therm. centig. étant à + 8,75. Or, la marche des autres observations indique que si j'eusse fait la même observation par la gelée, j'aurais obtenu une moindre proportion de gaz acide. On peut donc s'attendre à trouver, par des recherches ultérieures entre les extrêmes des quantités de gaz acide carbonique dans l'air, de plus grandes différences que celles qui sont établies par la moyenne de mes résultats. On ne supposera pas qu'avec neuf ou même vingt observations j'aie voulu décrire toutes les phases de ces variations. Il me suffit d'avoir prouvé leur existence et d'avoir montré leur étendue approximative dans une situation donnée, pour que cet exposé seul puisse inspirer de l'intérêt.

« M. le rédacteur G.-L., dans le but de montrer que mes résultats moyens sont très-exagérés, et qu'ils le se-

raient même lorsqu'on les réduirait à la dixième de leur valeur, avance que les mers ne fermentent pas; il trouve, par le calcul d'après ce principe, que mes expériences conduisent à un résultat presque inadmissible, savoir à la soustraction d'une ligne de carbone sur les terres en fermentation. Je ne doute pas que cet argument ne produise un très-grand effet dans une école; mais, quoique j'aie montré que mes conclusions n'étaient pas telles que cet auteur les a exposées, je supposerai qu'elles sont conformes à cette exposition, et j'espère qu'il me pardonnera d'élever même, dans ce dernier cas, des doutes sur ses raisonnemens. Quand M. G.-L. dit que les mers ne fermentent pas, il entend sans doute qu'il ne s'y forme pas de gaz acide carbonique: or, pour qu'on pût admettre cette assertion, il faudrait qu'il nous apprît sur quel fondement il peut appuyer un pareil système; comment il arrive que les animaux dont les mers sont peuplées ne produisent pas ce gaz; comment les produits organiques en décomposition n'y fermentent pas; comment les volcans qu'elles contiennent ne développent point de gaz acide carbonique. Pour que nous puissions admettre les raisonnemens subséquens, il faudrait qu'il nous apprît comment il connaît, même par approximation, la couche de carbone qui doit être soustraite et déposée sur la terre par mille agens divers; comment il prouve que la soustraction de une ou même de deux lignes de carbone sur plusieurs terres végétales est inadmissible dans le cours d'une saison; comment il connaît toutes les sources de composition et de décomposition du gaz acide carbonique dans l'air. L'on pourrait prolonger indéfiniment cette discussion; mais il est suffisamment connu que nous n'avons

aucune donnée précise pour répondre à ces questions, et que si l'on admet en physique des raisonnemens qui ne reposent sur aucun principe déterminé, l'on replonge cette science dans l'état de confusion où elle était il y a deux siècles.

« THÉODORE DE SAUSSURE. »

Observations sur la Lettre précédente.

Si M. Théodore de Saussure a voulu parler des variations de l'acide carbonique, par un temps calme, à la surface d'une prairie, aux époques opposées où la végétation est en pleine activité et dans le sommeil le plus profond, nous avouerons que nous avons eu tort de nous permettre les observations qui font aujourd'hui le sujet de ses réclamations, et que nous nous sommes grandement mépris sur le but qu'il s'était proposé. Mais pourquoi M. de Saussure nous a-t-il lui-même induits en erreur par le titre de sa note : *Note sur les variations du gaz acide carbonique dans l'*atmosphère, *en hiver et en été.*

Pourquoi, dans le cours de cette note, n'est-il question que de l'invariabilité de la *constitution atmosphérique ?*

Pourquoi M. de Saussure oppose-t-il ses résultats à des *expériences multipliées qui ont conduit à admettre que la constitution chimique de l'air en rase campagne était invariable* SUR TOUTE LA SURFACE DE LA TERRE, A TOUTES LES HAUTEURS ET DANS TOUTES LES SAISONS ?

Pourquoi n'a-t-il pas prévenu, en combattant l'opinion reçue de l'invariabilité de l'atmosphère (1), qu'il

---

(1) Personne ne conteste que les principes constituans de l'atmosphère ne puissent varier. En disant qu'ils sont

n'entendait parler que de celle de l'air à la surface d'une prairie par un temps calme ?

Mais alors, au lieu des observations que nous nous sommes permises, nous en aurions peut-être fait d'un autre genre ; car s'il avait été possible de croire que M. de Saussure avait seulement voulu chercher combien l'herbe d'une prairie peut produire d'acide carbonique pendant l'été, comparativement à l'hiver, nous aurions pu lui demander s'il n'eût pas été plus exact de faire l'expérience en vases clos.

Il est vrai que M. de Saussure a dit, en parlant des circonstances atmosphériques qui ont accompagné son expérience, que le temps était à peu près calme, ou d'autres fois que le vent était très-faible. Ne pénétrant pas sa pensée, nous avons mal fait sans doute de ne pas rappeler cette circonstance ; mais comme M. de Saussure n'en a pas moins conclu de son travail que l'*atmosphère est plus pure en hiver qu'en été*, nous n'avions pas cru devoir donner une attention particulière à l'état du ciel ; d'autant plus qu'un air qu'on appelle communément *calme* se meut encore quelquefois avec une vitesse de plusieurs milles par heure.

Quand nous avons dit que les mers, les glaces éternelles, les sables, les rochers, les sols arides ne *fermentent* pas, nous ne pensions pas que cette expression, qui n'est peut-être pas juste, mais que nous n'avons employée que pour faire allusion à celle de *fermentation des terres*, employée par M. de Saussure, pût lui pré-

---

constans, on entend dans un espace de quelques années et pour nos moyens d'analyse.

senter un sens obscur. Quoi qu'il en soit, pour répondre à notre assertion, il nous demande comment nous concevons qu'il ne se forme pas d'acide carbonique dans les eaux des mers, soit par la respiration des animaux qui les peuplent, soit par leur décomposition ; comment les volcans qu'elles contiennent ne développent pas de gaz acide carbonique, etc.

En disant que les mers ne fermentent pas, nous n'avons pas entendu que la respiration et la décomposition des animaux qui y vivent ne produisaient pas d'acide carbonique ; mais M. de Saussure, n'ayant porté son attention que sur la fermentation des terres et sur la végétation, et ayant eu très-peu égard à la respiration et à la décomposition des animaux à la surface de la terre, nous ne devions pas nous-même donner une attention plus particulière à la respiration et à la décomposition des animaux dans les mers. Nous pourrions, du reste, à notre tour, demander à M. de Saussure comment il conçoit que ces causes doivent avoir de l'influence sur la variation de l'acide carbonique dans l'air de l'été à l'hiver, et comment il sait que la quantité de ce gaz qu'il suppose rejetée par les volcans dépend des variations de température à la surface de la terre. Mais cette discussion est déjà assez longue, et nous terminons en concluant que si M. de Saussure a eu pour objet de déterminer les variations de l'acide carbonique dans l'atmosphère en hiver et en été, il n'aurait pas dû se contenter d'analyser l'air pris à 5 pieds au-dessus d'une prairie, par un temps calme ; mais qu'il aurait dû en recueillir à diverses hauteurs et lorsque l'atmosphère était très-agitée : que si, au contraire, il a voulu seulement faire connaître les va-

riations de l'acide carbonique dans une couche d'aïr reposant sur une prairie, ses expériences n'offrent aucun intérêt, puisqu'elles n'ont pas été faites dans des circonstances convenables.

Au reste, M. de Saussure ayant avancé une opinion à laquelle nous avons cru qu'on pouvait faire des objections, c'est à lui à se charger de la rendre plus vraisemblable. Pour nous, qui devions communiquer à nos lecteurs les doutes que la lecture de son Mémoire nous avait suggérés, nous déclarons que nous n'avons eu d'autre guide que l'intérêt de la science. Tout autre motif serait blâmable à l'égard d'un savant pour lequel nous professons une très-grande estime; et nous regretterions d'avoir laissé échapper les observations que nous lui avons adressées, si elles ne paraissaient l'avoir engagé dans de nouvelles recherches.

G.-L.

Note sur les Machines à vapeur, et Description d'une de ces Machines propre à produire immédiatement le mouvement de rotation.

Par A. R. Bouvier,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, et ancien élève de l'Ecole polytechnique.

Les machines à vapeur sont aujourd'hui l'objet de recherches dont le résultat ne peut être qu'utile, si elles sont éclairées par les sciences. Au point où l'art a porté leur construction, elles ne peuvent plus recevoir

de perfectionnemens réels et importans qu'avec le secours de toutes les connaissances acquises en mécanique et en physique.

On peut diviser en deux sortes toutes les formes connues des machines à vapeur; celles dans lesquelles la vapeur est condensée dans un espace où l'on entretient le vide autant qu'il est possible, et que l'on nomme *condenseur*, et celles où l'on ne fait pas le vide, en sorte que la vapeur, après avoir agi sur le piston, s'échappe immédiatement dans l'atmosphère. Comme les machines de la première sorte sont plus anciennes et plus répandues, on peut les nommer *machines ordinaires*; celles de la seconde sorte sont connues sous la dénomination suffisante de *machines à haute pression* : on ferait mieux de les désigner par le nom de *machines sans condenseur*.

Lorsque la vapeur est condensée dans le vide, on peut se contenter de lui donner dans la chaudière une force élastique égale ou peu supérieure à celle de l'atmosphère : ainsi cette vapeur n'exerce aucune pression dangereuse contre les parois de la chaudière, et on n'a pas à redouter les accidens auxquels les machines à haute pression sont encore exposées; mais celles-ci sont plus simples, plus faciles à placer dans un espace étroit, et surtout elles consomment beaucoup moins de combustible. Si les mécaniciens s'attachent à les perfectionner, s'ils viennent à bout de bien régler leur mouvement et d'en éloigner tout danger d'explosion, ils feront oublier les anciennes machines.

La théorie indiquait d'avance cette propriété des machines à haute pression, l'économie du combustible. En effet, on sait que les gaz (ou les vapeurs) absorbent

d'autant plus de calorique qu'ils sont plus dilatés, et que par conséquent leur force élastique est plus diminuée. Si deux volumes V et V' de vapeur exercent des pressions P et P', telles qu'on ait l'équation $VP=V'P'$, ces deux volumes de vapeur seront capables du même effet mécanique; mais le plus petit des deux contiendra moins de calorique, et par conséquent il aura fallu employer moins de combustible pour le former. Ainsi l'art de produire le plus grand effet possible avec une quantité donnée de combustible, ou, ce qui est la même chose, de calorique, consiste à produire une vapeur très-dense et capable d'une très-haute pression.

Mais quels que soient le mode d'application et l'énergie de cet agent (la vapeur), c'est un ressort dont il faut employer la force élastique jusqu'à ce qu'elle ne surpasse plus la somme des résistances ou forces retardatrices. Il est étonnant que cet axiome n'ait pas encore été appliqué autant qu'il peut l'être : il conduit à un perfectionnement des machines à vapeur qui sera le principal objet de cette note. Voici les observations qui m'y ont conduit.

Lorsque le piston d'une machine à vapeur est au bout de sa course, la vapeur qui l'y a poussé est à très-peu près en équilibre avec celle de la chaudière. C'est alors qu'on l'envoie au condenseur, et que, pour faire rétrograder le piston, on applique la vapeur à sa face opposée. Les deux soupapes qui produisent cet effet ne sont pas ouvertes en même temps : avant que le piston n'arrive au bout de sa course, on ferme la communication avec la chaudière. On ouvre ensuite le passage à la vapeur qui doit faire rétrograder le piston, et alors il doit avoir achevé sa course; enfin on ouvre la communication avec le condenseur.

Ainsi la vapeur qui passe au condenseur conserve presque toute la force élastique avec laquelle elle agissait sur le piston. C'est un ressort qu'on supprime avec toute sa tension pour en appliquer un autre en sens contraire, lequel sera supprimé à son tour avec la même perte de la quantité d'action dont il eût été capable. Ne peut-on pas laisser détendre ces ressorts par degré jusqu'à ce qu'ils cessent de produire aucun effet utile? Il est vrai qu'on aurait alors une force motrice variable, décroissante, et dont il faudrait modifier l'action pour en obtenir un mouvement à peu près uniforme. Le meilleur moyen, peut-être, de remédier à cette variation des forces motrices est de les multiplier en faisant coïncider les temps de faiblesse des unes avec les temps de force excessive des autres. Je vais essayer d'appliquer le calcul à une machine de ce genre destinée à produire immédiatement le mouvement de rotation. On en trouvera la description à la fin de cette note; il suffira pour le moment d'en donner une idée sommaire.

Puisque le mouvement de rotation doit être produit immédiatement, la route de la force motrice est une circonférence de cercle dont le centre est sur l'axe de rotation, et dont le plan est perpendiculaire à cet axe. Ainsi le piston, poussé par la vapeur, prend un mouvement circulaire et se meut dans une surface de révolution dont le contour du piston est la méridienne. On ne sera pas surpris que la machine que je propose ressemble en ce point à toutes celles qu'on a imaginées jusqu'ici : dans les recherches où l'on ne peut suivre que la même route, on se rencontre nécessairement.

Je nommerai *tambour* une portion de cylindre ou de

surface annulaire dans laquelle le piston se meut. Je supposerai que l'axe de rotation est chargé de deux, trois, et même de quatre tambours égaux et pourvus du même mécanisme pour y introduire la vapeur, et pour l'en faire sortir et l'envoyer au condenseur s'il y en a un; que, durant une révolution, la vapeur n'est introduite qu'une fois, et que les temps de son introduction dans chaque tambour sont répartis à intervalles égaux sur la durée d'une révolution, c'est-à-dire qu'ils correspondent à des points de la circonférence partagée en autant de parties égales qu'il y a de tambours; enfin, qu'après que la vapeur a été introduite et qu'elle a fait parcourir au piston un arc $=a$, on ferme la communication avec la chaudière, et que par conséquent la vapeur n'agit plus qu'en se dilatant, jusqu'à ce qu'on lui ouvre le passage pour se rendre au condenseur, ou pour s'échapper dans l'air.

Cela posé, soit f la force élastique de la vapeur qui agit sur le piston. Il est permis de supposer que cette force ne varie pas à raison de l'état de mouvement de la vapeur, et qu'on peut calculer ses effets à l'aide des formules de l'hydrostatique. Ainsi, lorsque la dilatation aura commencé, si le piston a parcouru, par l'action de cette vapeur dilatée, un arc$=x$, la force élastique devient $\frac{fa}{a+x}$.

A la rigueur, cette expression a besoin d'être corrigée. En effet, le volume de la vapeur soumise à la dilatation n'est pas seulement égal au produit de la surface du piston par l'arc a de la circonférence décrite par son centre de gravité, il faut y joindre la vapeur qui occupe les tuyaux de communication jusqu'aux soupapes, et un espace qu'il faut laisser derrière le piston afin que

la vapeur s'y glisse librement. Cette addition à l'espace occupé par la vapeur peut être réduite à un prisme dont le piston serait la base et la hauteur $= h$; mais comme dans les machines bien faites il y a un rapport constant entre cette hauteur h et l'arc a, on fera $h = ca$, et l'expression de la force élastique de la vapeur dilatée deviendra $\frac{fa(1+c)}{a(1+c)+x}$.

Si la somme des forces retardatrices est $=k$, l'expression de l'effet utile durant un instant sera $\frac{fa(1+c)\,dx}{a(1+c)+x} - kdx$. Pour intégrer cette expression, il faut assigner les limites de la variable x.

Pour connaître la plus grande valeur de cette variable, on observera que $a+x$ ne peuvent former la circonférence entière, 1° parce que le piston a une épaisseur déterminée seulement par des conditions de solidité, indépendamment du rayon du cercle qu'il décrit; 2° parce que la soupape et ses accessoires occupent aussi un certain espace. Lorsqu'il s'agit d'une machine en particulier, on connaît l'arc qui mesure la course *utile* du piston : on la nommera r. La plus grande valeur de x sera donc $r-a$, et la somme de l'effet utile deviendra

$$fa\left(1+(1+c)\,log\,(ac+r)\right) - kr.$$

Une machine dans laquelle la vapeur n'agirait pas en se dilatant consommerait un volume de vapeur proportionnel à $ac+r$, et l'effet utile serait $(f-k)\,r$. Dans cette machine, le rapport entre la *dépense* et le *produit* aurait pour expression $\frac{ac+r}{(f-k)r}$. Lorsqu'on fait usage de dilatation, le même rapport est exprimé par

$$\frac{a(1+c)}{fa\left(1+(1+c)\,log\,(ac+r)\right)-kr}.$$

Cette fraction est évidemment plus petite que la pré-

cédente; car son numérateur est plus petit et son dénominateur plus grand. Il sera donc avantageux, dans tous les cas, d'employer la force de la vapeur qui se dilate.

On ne peut comparer exactement entre eux ces deux rapports qu'en assignant une valeur aux quantités a, c, r et k, c'est-à-dire, en déterminant les dimensions essentielles d'une machine, et, jusqu'à un certain point, la force élastique de la vapeur qu'elle consomme; car, si la machine a un condenseur, les forces retardatrices dont la somme est désignée par k sont la réaction des fluides qui restent dans le condenseur, les frottemens dans le corps de pompe, dans la pompe à air, dans les soupapes et dans le régulateur. Si la vapeur passe immédiatement dans l'air, il faut ajouter à la pression de l'atmosphère la même somme de frottemens, moins ceux de la pompe à air, pour en composer la valeur de k.

On observera aussi que, pour tirer tout le parti possible de la vapeur dilatée, il faut la pousser jusqu'à ce qu'elle fasse équilibre à la somme de force représentée par k, et que par conséquent on a l'équation $\frac{fa(1+c)}{a(1+c)+x}=k$ pour celle de la plus grande valeur de x ou de $r-a$; donc $\frac{fa(1+c)}{ac+r}=k$, d'où on tire $a=\frac{kr}{f+c(f-k)}$; et en substituant pour c sa valeur $\frac{a}{h}$, on trouvera en dernier résultat que la valeur de a est $\frac{hf+\sqrt{(4hkr(f-k)+h^2f^2)}}{2(f-k)}$, équation dans laquelle les proportions de la machine capable du plus grand effet sont déterminées en fonctions de f et de k. La valeur de f et la forme ainsi que la grandeur du piston et la sorte de garniture dont on le munit, donnent au mécanicien l'épaisseur de cette pièce. Il déduit des mêmes données les dimensions des soupapes et du

régulateur, et il assigne la place de ces parties. La capacité des tuyaux qui amènent la vapeur de la chaudière est aussi réglée d'après la grandeur du piston; ainsi la quantité h devient connue, etc.

Je n'ai considéré jusqu'à présent que l'effet de la vapeur dans un seul tambour, et j'ai trouvé que son expression est

$$fa\left(1+(1+c)\,log\,(a\,c+r)\right)-kr.$$

Si le nombre des tambours appliqués au même axe est u, on aura évidemment pour effet total

$$a\,n\,f\left(1+(1+c)\,log\,(a\,c+r)\right)-k\,n\,r.$$

Il est aisé d'observer que la valeur de a, trouvée précédemment, est tout-à-fait indépendante du nombre des tambours. Ainsi, en multipliant ces pièces, le mécanicien ne peut avoir en vue que l'uniformité du mouvement. Il en approchera d'autant plus que le nombre n sera plus grand; mais aussi les frottemens, la résistance des soupapes et des régulateurs, le poids des équipages mobiles et de toute la machine, etc., croissent en raison de ce nombre de tambours. Le mécanicien ne recherchera donc pas une régularité de mouvement qui serait inutile à l'application dont il s'occupe, et il n'évitera pas moins la multiplicité des machines que le trop grand nombre de pièces dans chacune d'elles.

Dans les machines ordinaires munies d'un condenseur et dont le piston se meut en ligne droite, les forces h équivalent à peu près à une colonne de mercure de $0^{m},378$ de hauteur. Dans les machines sans condenseur et à très-haute pression, la même somme de forces peut être évaluée à une colonne d'un mètre de hauteur. Si on

adapte un condenseur à ces machines, la résistance de la pompe à air sera augmentée; mais la colonne de mercure qui représentera la valeur de k sera tout au plus de $0^{m},597$ de hauteur. On voit par là combien la suppression du condenseur diminue l'effet de la machine.

Une machine telle que je la propose, avec ou sans condenseur, n'éprouvera pas autant de résistance que celles dans lesquelles le piston prend un mouvement rectiligne de *va* et *vient*; mais il est impossible d'estimer d'avance avec quelque précision la valeur de k dans cette machine nouvelle. Il faudrait avoir fait quelques expériences qui pussent fournir à la théorie les données de ses calculs. Cependant, avant même que l'expérience ait prononcé, on peut affirmer que la perte de force motrice sera moindre dans la machine que je propose que dans aucune de celles qu'on a faites jusqu'à présent, non-seulement parce que le mouvement du piston y est continué dans le même sens, mais encore parce que la masse des équipages mobiles y est réduite autant qu'il est possible, et que les soupapes n'y sont mises en jeu qu'une seule fois à chaque révolution; au lieu que, dans les machines actuelles, il faut une allée et une venue du piston, et par conséquent deux mouvemens de soupape pour chaque révolution autour de l'axe de rotation.

Remarquons aussi une autre propriété que posséde la nouvelle machine, c'est qu'elle produit aussi bien son effet, quelle que soit la position de l'axe de rotation. Dans les machines actuelles, le piston se meut presque toujours dans une direction verticale. On a essayé de coucher le corps de pompe dans une position horizontale, mais avec peu de succès. Dans tous les cas, il faut recourir à

l'un des moyens connus de transformer un mouvement de *va* et *vient* en mouvement de rotation autour d'un axe donné de position, et par conséquent rendre la machine plus compliquée aux dépens de la force motrice.

Le projet de la machine que je propose est fort loin d'être complet. Il reste à examiner en détail les formes et les dimensions de chaque partie, à s'assurer que leur construction n'exige rien qui ne puisse être fait dans l'état actuel de nos arts, etc. En ceci, la théorie et l'imagination qui veulent créer une machine appellent à leur secours l'expérience des ateliers, à laquelle rien ne peut suppléer. Les pas que j'ai faits ne sont pas les plus difficiles, puisqu'ils ne sont pas les derniers. J'ai montré le but, et la route qui y mène; ceux qui l'atteindront seront les véritables bienfaiteurs des arts.

Résumé. La meilleure machine à vapeur sera celle qui réunira les avantages d'une haute pression, l'accroissement de force dû à la dilatation de la vapeur, et la simplicité qui résulte de la production immédiate du mouvement dont on a besoin. Celle qu'on va décrire est présentée aux mécaniciens non comme un modèle à imiter, mais seulement comme un sujet de méditations et de recherches auxquelles tout les engage à se livrer.

Description de la Machine proposée.

Le dessin de cette machine n'est pas fait d'après une échelle. Les proportions respectives des pièces n'ont pas été étudiées; on n'y trouvera donc qu'une esquisse propre seulement à exprimer la pensée, à indiquer la place et les fonctions des principales parties de la machine.

Je me suis borné aux pièces qui tiennent à l'axe au-

tour duquel il s'agit de produire le mouvement de rotation. J'ai supprimé la chaudière et ses accessoires, ainsi que le mécanisme auquel le mouvement est imprimé.

aaaa, fig. 1re, est la projection horizontale de l'axe de rotation; $a''a''a''$, fig. 3, sa projection verticale; $a'''a'''a'''a'''$, fig. 4, sa projection latérale.

Pour donner un mouvement de rotation à cet axe, j'imagine un tambour ou portion de cylindre horizontal, qui a le même centre que l'axe qu'il faut faire tourner; *bbbb* est la projection horizontale de ce tambour; $b''b''b''$, sa projection verticale; et $b'''b'''b'''b'''$, sa projection latérale.

La coupe de ce tambour, plus en grand, est indiquée en $b'b'b'$, fig. 2 : $c'c'c'$ est la coupe de l'axe dans ce tambour, et $a'a'a'$, la projection de la partie extérieure au tambour, qui a un moindre diamètre que celle intérieure. $d'd'd'$ est le tuyau qui communique à la chaudière, et par où arrive la vapeur dans le tambour. $e'e'e'$ est une plaque qui va d'une des faces latérales du tambour à l'autre; elle porte sur une feuillure pratiquée sur les côtés verticaux du tambour et touche l'axe $c'c'c'$; elle a un axe de rotation marqué au point e', sur la partie courbe du tambour. On voit en $f''f''f''$ la projection verticale de la saillie établie sur les côtés du tambour pour y pratiquer les feuillures; *ff*, *ff* sont les projections horizontales des mêmes saillies, et $f'''f'''$, $f'''f'''$ les projections latérales. Une autre plaque, qui va aussi d'une des faces latérales du tambour à l'autre, et qui fait corps avec l'axe $c'c'c'$, est représentée par $g'g'$. Cette plaque touche la partie concave du tambour, ainsi que ses parties latérales.

En supposant que la vapeur arrive dans le tambour par le tuyau $d'd'd'$, elle entrera dans l'espace $e'e'e'g'g'$. La plaque $e'e'e'$ s'opposera à ce qu'elle s'échappe de ce côté; la pression de la vapeur sur cette plaque, la faisant porter plus fort contre la feuillure, contribuera à la mieux retenir. La plaque $g'g'$ sera aussi pressée par la vapeur : comme elle fait corps avec l'axe $c'c'c'$, et que rien ne s'oppose à son mouvement de rotation, il s'ensuit que ce mouvement aura lieu, et que $g'g'$ viendra occuper successivement $h'h'$, $k'k'$; mais, par un mécanisme particulier, la soupape $l'l'$ se fermera dès que la plaque $g'g'$ sera en $h'h'$, et restera dans cet état jusqu'à ce que $g'g'$, en continuant son mouvement, soit arrivé en sa première position $g'g'$.

Un second tambour semblable au premier est assemblé sur le même axe qu'il faut faire tourner, et est projeté horizontalement en *m m m m*, fig. 1re; la plaque de ce tambour, qui fait corps avec le cylindre intérieur, est en $h'h'$ quand celle de l'autre est en $g'g'$, et réciproquement. La soupape qui intercepte ou permet la communication de la chaudière avec le 2me tambour s'ouvre ou se ferme quand celle du 1er se ferme ou s'ouvre; de sorte que lorsque la force de la vapeur commence à agir avec moins d'intensité sur l'une des plaques faisant corps avec l'axe, par la suppression de la communication avec la chaudière, elle opère au contraire avec toute son intensité sur l'autre.

La plaque $g'g'$ du 1er tambour étant arrivée en $k'k'$, les deux triangles projetés en *nn*, *nn*, dans leur première position, et en $g'n'g'$ dans la coupe, seront en $k'n'k'$ et toucheront la plaque $e'e'e'$. La force expansive

de la vapeur qui agit sur $e'e'$ annulle celle qui agit sur $k'k'$; mais, à cause du mouvement déjà donné, et de la force due à la densité entière de la vapeur qui agit sur la plaque de l'autre tambour, le mouvement de rotation de l'axe continuera d'avoir lieu, et la plaque $e'e'$ tournera autour de son axe de rotation. Dès qu'elle l'aura dépassée, la plaque $e'e'$, par l'effet seul de son poids, retombera sur la feuillure et viendra toucher l'axe $c'c'c'$. La plaque faisant corps avec ce même axe $c'c'c'$ arrivée en la position $g'g'$, la soupape $l'l'$ se rouvrira et prendra la position marquée en la fig. 2. Dans le même temps, la soupape correspondant à la communication de l'autre tambour avec la chaudière se fermera.

Il faut remarquer que le tuyau $p'p'$ qui communique du tambour au condenseur est constamment ouvert; de sorte que la vapeur peut s'y rendre dès que la plaque $e'e'$ commence à s'ouvrir, et que celle contenue entre les plaques $g'g'$ et $e'e'$, en passant par la direction où se fait le mouvement, peut y affluer dans quelque position que se trouve $g'g'$; d'où il suit qu'elle ne peut s'opposer au mouvement.

La vapeur qui se rend dans le condenseur lorsqu'elle commence à y affluer, n'a plus la même densité que celle de la chaudière, ni par conséquent le même degré de force élastique, puisque, d'après la loi établie par Mariotte pour les gaz, et qui s'applique aux vapeurs, du moins tant qu'elles ne changent pas d'état, leur force élastique est proportionnelle à leur densité; ainsi la force de pression qui aura lieu sur la plaque $g'g'$ arrivée en $k'k'$ sera à celle qui agissait lorsqu'elle était en $h'h'$

comme $e'g'b'b'h'h'c'g'e'e'e'$ est à $e'b'b'b'k'k'c'h'c'g'e'e'e'$, parce que, depuis $h'h'$ jusqu'en $k'k'$, il n'y a pas eu de vapeur reçue de la chaudière. Cette vapeur, qui agit par sa seule élasticité et sans nouvelle communication avec la chaudière, va, d'après la loi ci-dessus établie, toujours en diminuant d'intensité depuis $h'h'$ jusqu'en $k'k'$; cependant, arrivée à ce dernier point, elle est encore plus de moitié de ce qu'elle était, puisque l'espace dans lequel elle est contenue n'est pas le double de celui qu'elle occupait primitivement lorsqu'elle était en communication avec la chaudière.

Ce que je viens d'exposer fait déjà concevoir la plus grande partie de mon mécanisme. Je vais expliquer maintenant la manière dont je fais ouvrir et fermer la soupape $l'l'$.

Cette soupape a un axe de rotation qui fait corps avec la plaque $l'l'$; une autre plaque perpendiculaire à la première est assemblée sur le même axe extérieurement au tuyau; la plaque intérieure est projetée en *AAAA*, fig. 5, et celle extérieure en *BBBB*.

Une demi-portion de cylindre projetée en *CCC*, fig. 6, est assemblée solidement sur l'axe de rotation des tambours au moyen de rayons qui n'occupent pas toute la largeur. La projection horizontale de ce cylindre est *DDDD*, fig. 8, et celle des rayons *DFFF* et *FFFF* (même figure). On voit, fig. 7, la coupe d'un rayon et du cylindre.

Le cylindre tient la plaque extérieure au tuyau *GG* verticalement, comme on le voit fig. 6, et, par suite, la plaque intérieure *GH* horizontalement : il est aisé de

comprendre que cela restera dans cet état jusqu'au moment où le demi-cylindre aura passé le point G; alors la soupape se fermera par son propre poids.

On sent qu'en ayant un autre demi-cylindre qui en projection verticale finisse avec celui ccc le cercle entier, le dernier point du premier demi-cylindre ne laissera échapper sa soupape que lorsque le premier point de l'autre aura ouvert la sienne en entier; ce qui établira le mouvement alternatif entre les soupapes. On voit en $qqqq$, $qqqq$ les projections horizontales des deux demi-cylindres, $q''q''q''q''$, les projections verticales, et $q'''q'''q'''q'''$, $q'''q'''q'''q'''$, les projections latérales.

Il faudra nécessairement une pompe pour évacuer l'eau condensée; on emploie d'ailleurs cette eau à alimenter la chaudière. Cette pompe est mise en mouvement dans ma machine par un cylindre arrêté sur l'axe de rotation, et coupé par une hélice qui ne s'éloigne de la base du cylindre que sur la moitié du cercle, et qui s'en rapproche sur l'autre. On sent que la manivelle de la pompe, étant accrochée par ce cylindre, fera mouvoir le piston de toute la différence qu'il y a entre l'ordonnée la plus longue de l'hélice et la plus courte, en les rapportant au cercle de la base. La demi-portion qui s'éloigne du cercle étant passée, la pression de l'air sur le piston fera suivre à la manivelle l'hélice qui se rapproche de la base du cylindre; ainsi cette pompe aura un mouvement de *va et vient*. On voit, fig. 9, la portion développée de ce cylindre, en r sa projection horizontale, en $r''r''r''$ sa projection verticale, en r''' celle latérale. La manivelle du piston se voit aussi au-dessous de r'''.

Le condenseur est le vase *S*; *T* est celui où on retient l'eau froide pour la condensation; *u* est le syphon qui porte l'eau dans le condenseur.

Extrait des séances de l'Académie royale des Sciences.

Séance du lundi 7 octobre 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

The veils or the Triumph of constancy, poème en 6 chants, par Mlle Porner, qui assistait à la dernière séance;

Traité élémentaire du Calcul des probabilités, par M. Lacroix;

Note sur le Magnétisme animal, et sur les dangers que les magnétiseurs font courir à leurs patiens, par M. de Montègre;

Mémoire sur la Capillarité, par M. Sarthou. (MM. Arago et Ampère commissaires.)

Observations sur divers fossiles de quadrupèdes vivipares nouvellement découverts dans le sol des environs de Montpellier, par M. Marcel de Serres. (Renvoyé à l'examen de MM. Cuvier et Brongniart.)

Mémoire sur l'Influence de la polarisation dans l'action que les rayons lumineux exercent les uns sur les autres, par M. Fresnel. (MM. Arago et Ampère sont chargés d'en rendre compte.)

M. Delambre rend un compte verbal du second et

dernier volume de la *Traduction de l'Almageste de Ptolémée*, par M. Halma (1).

---

(1) Le lecteur ne sera peut-être pas fâché de trouver ici ce qu'a dit du grand travail de M. Halma l'homme de France le plus capable de l'apprécier comme helléniste et comme astronome.

« Les deux traductions latines de l'*Almageste*, ce vaste « dépôt de toutes les connaissances des anciens en astrono- « mie, étaient presque illisibles; on voit trop qu'elles n'a- « vaient pas été faites par des mathématiciens. Aujourd'hui, « pour étudier Ptolémée, pour le consulter, pour y chercher « tous les détails d'une observation ancienne qu'on aurait « quelque intérêt de calculer de nouveau, on ne rencontrera « plus que les difficultés inhérentes au sujet; les deux textes « imprimés en regard fourniront par ce rapprochement une « garantie de plus : il faudrait un hasard bien malheureux « pour que la même faute se trouvât dans l'original et dans « la traduction....... On n'a rien négligé pour la facilité « du lecteur; le caractère est plus net, les lignes moins ser- « rées; on a banni ces abréviations et ces ligatures souvent « plus longues et toujours moins certaines que les syllabes « qu'elles remplacent, et qui sont les inventions de copistes « sans goût. Dans l'édition de Bâle, le texte, ainsi resserré, « n'occupe que 320 pages : dans l'édition nouvelle, il est « étendu à près de 900 pages : de fréquens *alinea* reposent « la vue et facilitent les recherches. Pour sentir, à cet égard, « tous les avantages de la nouvelle édition, il faut avoir fait « un long usage de l'ancienne..... Quand on considère « tous les soins que le traducteur s'est donnés pour épurer « le texte par la comparaison de tant de manuscrits d'une « lecture extrêmement difficile, pour être toujours fidèle à

M. Dupetit-Thouars lit un Mémoire *sur les terminaisons des plantes*. (MM. Desfontaines et Mirbel commissaires.)

M. Hachette présente un Mémoire *sur la théorie des lignes et des surfaces courbes*. (MM. Le Gendre et Arago sont chargés de l'examiner.)

La section d'astronomie présente la liste suivante de candidats pour trois places de correspondans qui sont vacantes :

M. Pond à Greenwich, M. Bessel à Kœnisberg, M. Mudge à Woolwich, M. de Lindenau à Gotha, M. Bohnenberger à Stutgard, M. Carlini à Milan.

Séance du lundi 14 octobre 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Histoire des Polypiers corraligènes flexibles, vulgairement nommés zoophytes, par M. Lamouroux ; un volume in-8°. ;

Monographie du Trigonocéphale, par M. Moreau de Jonnès ;

« son original, même quand il cherche à dissimuler l'embarras de ses longues explications ; quand on songe aux sacrifices de tout genre qu'il s'est imposés pour cette édition, on est forcé de convenir que M. Halma a les droits les plus certains non-seulement à l'estime des savans et aux récompenses dont ils pourraient disposer, mais à tous les encouragemens qui lui seraient nécessaires pour terminer son utile et laborieuse entreprise. » On sait que M. Halma se propose de donner la traduction d'*Apollonius*.

Nouvelle Nomenclature chimique, par M. Caventou. (M. Vauquelin pour un rapport verbal.)

Il buon governo dei Bachi da Seta, del conte Dandolo; un vol. in-8°., Milan, 1816.

M. Gay-Lussac communique une lettre de M. Robiquet, sur une pépite d'or, de grandeur considérable, trouvée dans un fossé à Tressignant, département des Côtes-du-Nord (1).

---

(1) Voici un extrait détaillé de la lettre de M. Robiquet :

« Le 30 août 1816, une femme pauvre, mais d'une probité « reconnue, et habitante de Tressignant, canton de Lavallon, « département des Côtes-du-Nord, trouva, dans le fossé d'une « propriété de son voisinage, un morceau de minerai d'un « volume tel que les deux mains avaient peine à l'envelopper « entièrement. Cette femme le proposa à plusieurs personnes « de la petite ville de Châtel-Audren, et l'offrit pour la somme « bien modique de 30 sous. Ne pouvant trouver à s'en défaire, « elle l'apporta à Saint-Brieux, et sur quelques soupçons « qu'on avait élevés devant elle, que son minerai pouvait être « de l'or, elle le présenta à un orfèvre qui, après en avoir fait « l'essai au touchau, consentit à en faire l'acquisition, si « toutefois M. le Préfet voulait y donner son assentiment. « En conséquence le morceau d'or natif fut présenté à M. le « Préfet, qui, ne voyant là qu'une occasion de faire du bien « à cette brave femme, autorisa la vente. Ce morceau fut « brisé pour le débarrasser de sa gangue, et l'orfèvre, après « avoir pesé tout ce qui était métal, en donna *neuf cents* « *francs*.....

« Les personnes qui étaient présentes lorsqu'on brisa ce « bel échantillon purent en ramasser plusieurs petits frag- « mens, sans que les principaux intéressés s'y opposassent.

MM. Deyeux et Thenard font un rapport sur le Mémoire de M. Guichardières, relatif à la possibilité de faire de beaux chapeaux avec le poil de loutre marine et celui de loutre de France.

« Parmi les différens poils d'animaux employés dans « la chapellerie, on en connaît beaucoup qui ne sont « pas également propres à faire de bons chapeaux. Les « uns n'out pas assez de nerf pour former des tissus so- « lides; les autres en ont trop; plusieurs se refusent « aux opérations du feutrage; enfin on en trouve qui « s'imprègnent difficilement des parties colorantes avec « lesquelles on veut les teindre. Ces défauts ne se ren- « contrent pas dans les poils du lièvre, du lapin et du

---

« Ces fragmens ont été vendus à d'autres orfèvres de la même « ville; l'un d'eux a bien voulu me céder le petit morceau que « j'ai l'honneur de vous adresser. Il pesait primitivement *un* « *gros et demi;* mais j'en ai détaché une portion pour faire « un essai dont le résultat a donné 0,886 de fin. Toutes les « recherches que j'ai faites pour me procurer de la gangue « ont été inutiles. Il m'a paru qu'on voulait se garantir de ce « genre de recherches, je n'ai à vous offrir que la très-petite « parcelle qui tenait au morceau d'or que j'ai acheté : cela « suffit cependant pour démontrer que cette gangue était « quartzeuse.

« Chacun, comme bien vous pensez, a fait ses conjectures sur « un semblable événement; mais pour la plupart elles ne mé- « ritent aucune attention. Il est bien fâcheux néanmoins, sous « tous les rapports, qu'on n'ait pas attaché plus d'intérêt à « cette véritable trouvaille, et il est surtout à regretter qu'on « ait laissé briser un échantillon d'une richesse aussi rare. »

« castor ; aussi sont-ils employés de préférence : le der-
« nier surtout semble réunir toutes les qualités qu'on
« peut désirer ; mais il est peu commun et fort cher,
« deux motifs qui font qu'on le réserve pour les cha-
« peaux de haut prix. »

M. Guichardières est parvenu à faire des chapeaux aussi beaux que ceux qu'on fabrique avec le poil de castor, soit en employant du poil de loutre marine, soit même avec celui de loutre indigène, auquel toutefois il est nécessaire de faire subir plusieurs préparations préliminaires. Ces chapeaux, à la vérité, seraient fort chers ; mais M. Guichardières se propose d'employer uniquement le poil de loutre pour *dorer* les chapeaux dont le fond est de poil de lièvre ou de lapin, comme cela se pratique dans la fabrication de ceux qui, dans le commerce, portent le nom de *castors*.

M. Guichardières a apporté aussi un perfectionnement dans le travail du foulage. « Jusqu'à présent on avait cru
« que cette opération ne pouvait se faire avec succès
« qu'autant qu'on se servait d'un bain composé avec de
« la lie de vin et de l'eau. M. Guichardières ajoute à ce
« bain une forte décoction d'écorce de chêne. Cette ad-
« dition a l'avantage de donner au poil une plus grande
« disposition à se feutrer et à s'imprégner de la partie
« colorante noire qu'il doit recevoir, lorsque les cha-
« peaux étant faits, on les passe à la teinture. Un autre
« avantage encore d'un bain ainsi préparé, c'est qu'il peut
« servir plusieurs semaines sans se putréfier, pourvu
« qu'on ait soin d'y mêler de temps en temps une cer-
« taine quantité de tartre pour remplacer celui qui existe
« dans la lie de vin, et qui à la longue se décompose. »

Les mêmes commissaires font un rapport sur l'encre de M. Aymez, qui ne leur a pas semblé jouir des propriétés que ce fabricant lui attribuait. Un troisième Mémoire de M. Lunel sur l'eau distillée, qui de même avait été renvoyé à leur examen, ne leur a pas paru mériter l'approbation de l'Académie.

MM. Coquebert-Montbret, de Rossel et Brongniart, font un rapport sur la Carte de la Martinique de M. Moreau de Jonnès.

M. de Jonnès a pris pour base de son travail une carte estimée dont l'auteur, M. Moreau-du Temple, vivait il y a quarante ans. Les observations personnelles de M. de Jonnès ont été tracées sur ce canevas par un dessinateur habile.

La constitution minéralogique des possessions françaises dans les Antilles nous était mal connue : M. Moreau de Jonnès s'est assuré que toutes les montagnes de la Martinique sont d'origine volcanique; il a discerné, dans l'intérieur de l'île, six anciens foyers d'éruptions; il n'a vu nulle part le granite que quelques voyageurs avaient cru y reconnaître.

MM. Desfontaines et Mirbel font un rapport sur la proposition d'une nouvelle famille de plantes nommée *boopidées*, par M. Cassini.

Cette famille ne renferme que trois genres, savoir : le *calycera* de Cavanilles; le *boopis* et l'*acicarpha* de M. de Jussieu. M. de Cassini n'a pu en découvrir aucune autre qui puisse être rapportée à la même famille. « Ces « trois genres forment une transaction très-naturelle de « la famille des *synanthérées* à celle des *dipsacées*; ils « en confirment les rapports sur lesquels on avait élevé

« quelques doutes, et ils les unissent par un lien inter-
« médiaire désormais indissoluble. »

MM. Poisson, Ampère et Cauchy font un rapport sur le Mémoire de M. Hachette, relatif à l'écoulement des liquides. (Nous l'avons inséré dans le Cahier de septembre.)

L'Académie procède au scrutin pour la nomination de trois correspondans dans la section d'astronomie.

Au premier tour, M. Pond réunit 34 voix sur 37.

Au second, M. Bessel réunit 33 voix sur 37.

Au troisième, M. Mudge réunit 30 voix sur 37.

MM. Pond, Bessel et Mudge sont élus.

L'Académie arrête que la séance publique qui était fixée au premier lundi de janvier le sera dorénavant au 1er de mars.

Séance du lundi 21 octobre 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Transactions of the Geological Society, avec un volume de planches, tome III;

Tableaux chimiques du règne animal, par M. Frédéric John, traduit de l'allemand par M. Stephane Robinet; un vol. in-4°. (1);

---

(1) L'auteur a eu pour but, dans cet ouvrage, 1° de donner un aperçu des résultats de toutes les analyses faites sur les substances animales; 2° de conserver avec soin à chaque auteur les découvertes qui lui appartiennent; 3° de montrer les progrès de la chimie animale, et d'indiquer avec exactitude les sources originales où ont été puisés les résultats qu'il rapporte.

L'ouvrage est divisé en huit tableaux : le premier se rap-

Première et deuxième Leçons expérimentales d'optique, sur la lumière et les couleurs, par M. Bourgeois.

M. Chevessaille annonce deux *échelles nouvelles pour les incendies*. (MM. Girard et Cauchy, commissaires.)

M. Pelletan fait un rapport sur un Mémoire dans lequel M. Elleviou proposait de substituer la simple perforation du crâne à l'opération du trépan, dans la plupart des cas qui exigent cette opération. Cet auteur prétend qu'un simple trou doit suffire pour donner issue au liquide qui se loge entre les os et la dure-mère; il compte pour cela sur l'élévation et l'abaissement du cerveau qui dépendent de la respiration, ainsi que sur l'abord du sang dans le système artériel de cet organe. Un grand avantage que M. Elleviou se promet de son système, c'est

---

porte au corps humain; le second aux quadrupèdes mammifères; le troisième aux cétacés; le quatrième aux oiseaux; le cinquième aux amphibies; le sixième aux poissons; le septième aux insectes; et le huitième aux vers.

Chaque tableau est divisé en trois colonnes, dont la première comprend le nom des parties analysées, rangées par ordre alphabétique; la deuxième, les résultats des analyses; et la troisième, les citations des auteurs et de leurs écrits. L'ouvrage est enrichi d'un grand nombre de notes renfermant des développemens et des discussions; et M. Robinet, à qui on en doit la traduction, y a inséré les nouvelles acquisitions de la chimie animale, et particulièrement les beaux résultats de M. Chevreul sur les corps gras, qui n'ont point été connus de M. John. Il présente un tableau complet des progrès et de l'état actuel de l'analyse des animaux, et il ne peut manquer d'intéresser les chimistes, les médecins et les physiologistes.

d'éviter de mettre la dure-mère en contact avec l'air extérieur, contact qui, suivant lui, occasionne de fréquens et dangereux accidens, particulièrement dans les hôpitaux où règne un air infect. M. Pelletan a combattu ces idées et a proposé de regarder le Mémoire de M. Elleviou comme non avenu.

MM. Deschamps et Pelletan font un rapport sur un Mémoire de M. le baron Larrey, qui fait suite à celui qu'il a imprimé dans ses Recueils sur l'opération de l'empyème. L'Académie, sur la proposition des commissaires, a décidé que ce travail sera imprimé dans les volumes des *Savans étrangers*.

M. Cuvier lit un Mémoire sur la Vénus hottentote.

M. Berthollet lit un rapport sur le nouveau travail que M. Dulong vient de faire relativement aux combinaisons du phosphore avec l'oxigène. Voici les conclusions : « On trouve dans ce Mémoire la sagacité qui distingue « les autres recherches de M. Dulong, une profonde « connaissance de l'analyse chimique, et des résultats « qui avaient échappé aux plus habiles chimistes. » L'Académie a décidé qu'il serait imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*. (Nous en avons présenté un extrait détaillé dans le Cahier de juin.)

On lit un Mémoire de M. Berthollet, intitulé : *Esquisse de l'état actuel de la doctrine* atomistique.

Séance du lundi 28 *octobre* 1816.

Le ministre de l'Intérieur invite l'Académie à faire rédiger des instructions pour M. Freycinet, officier de la marine, qui doit bientôt partir pour un voyage de découvertes dans l'hémisphère austral.

L'Académie nomme pour cette rédaction MM. de Lamarck, de Lacépède, Desfontaines, Cuvier, de Humboldt, Ramond et Gay-Lussac, lesquels se concerteront avec les commissaires du Bureau des Longitudes, qui sont MM.. de Laplace, de Rosily, de Rossel, Buache, Biot et Arago.

M. Desfontaines, au nom d'une commission, lit un rapport sur le Mémoire de M. Virey relatif à l'ergot.

« L'auteur pense que la maladie du seigle qui est con-
« nue sous le nom d'*ergot* provient d'une sève viciée
« qui détériore le grain et produit la forme, la couleur,
« l'accroissement et les qualités malfaisantes de l'ergot.
« Il ajoute qu'il n'a pu reconnaître d'analogie entre au-
« cune espèce de champignon et l'ergot qu'il a observé
« sur les seigles; que plusieurs grains qui en sont atta-
« qués conservent leur forme primitive; qu'on y distin-
« gue encore quelquefois les débris des styles, et qu'en
« cassant des grains ergotés, on y reconnaît la matière
« amilacée, malgré l'altération plus ou moins sensible
« qu'elle a éprouvée. Telles sont les observations sur
« lesquelles M. Virey s'appuie pour prouver que l'ergot
« n'est point un champignon, comme Decandolle et quel-
« ques autres auteurs l'ont pensé. »

Voici la description que M. Desfontaines donne de l'ergot : » C'est une excroissance d'un brun violet, plus
« rarement grisâtre, d'une forme à peu près cylindrique,
« amincie aux deux bouts, souvent sillonnée et gercée,
« quelquefois recourbée en croissant, blanche, com-
« pacte, homogène à l'intérieur, et d'une couleur vi-
« neuse auprès de sa surface. L'ergot prend la place du
« grain sans que les balles en soient sensiblement alté-

« rées, et il se détache facilement de son support. Sa lon-
« gueur varie depuis trois à quatre lignes jusqu'à un
« pouce à un pouce et demi, etc. » Cette maladie n'est pas particulière au seigle, comme quelques auteurs l'avaient cru ; le froment, l'orge, plusieurs carex, etc., y sont sujets ; mais il ne paraît pas qu'on l'ait observée sur aucune plante d'autre famille que celle des cypéracées et des gramens.

Tyllet, ayant trouvé dans l'intérieur de plusieurs ergots de petits vers qui s'y étaient introduits par un trou placé à la base, crut qu'ils étaient la cause de cette maladie, et la compara aux gales de différentes formes que l'on remarque sur les feuilles des plantes, et qui sont produites par des piqûres d'insectes ; mais cette opinion ne paraît pas fondée. On peut en dire autant de celle qui attribue l'ergot à un défaut de fécondation provenant de ce que les pluies ou d'autres causes auraient enlevé le pollen des étamines, et l'auraient empêché de se répandre dans le pistil ; car on n'observe rien de semblable dans une multitude de plantes dont les graines avortent par un défaut de fécondation ; et d'ailleurs il paraît bien résulter des recherches de M. Tessier que l'ergot ne se développe que lorsque le grain est formé. Les expériences nombreuses du même savant semblent prouver que l'humidité est la cause de l'ergot. La Sologne, dont le sol est argileux et très-humide, y est plus sujette qu'aucune autre partie de la France. Dans la Beauce, où cette maladie est très-rare, il donna naissance à une grande quantité d'ergot, soit en composant artificiellement avec de la glaise et du sable un terrain semblable à celui de la Sologne, soit en arrosant trop fréquemment.

Quelle est maintenant la nature de cette substance qui produit, comme on sait, sur l'homme et les animaux qui en mangent des effets si funestes ? Est-elle le résultat d'une sève viciée ? ou bien est-ce un champignon, comme MM. Paulet et Decandolle l'ont cru ? Telles sont les questions que le rapporteur discute.

M. Decandolle ayant trouvé que l'ergot a une forme et une couleur à peu près semblables à celles de plusieurs *sclerotium*; que sa chair est également blanche, compacte et homogène; que toutes les causes qui augmentent l'humidité favorisent son développement comme celui des champignons; que, comme eux, il a des qualités malfaisantes, etc., s'est cru fondé à le regarder comme un vrai champignon. « Il croit que les semences « de l'ergot disséminées dans la terre s'introduisent dans « les vaisseaux du blé avec l'eau de la végétation qui les « conduit jusqu'au germe qu'elles détruisent et dont « elles prennent la place. Mais M. Tessier assure avoir « vu, sur beaucoup d'épis, des grains qui étaient partie « ergot et partie seigle, et il ajoute que la portion ergo- « tée, qui tantôt fait la moitié, tantôt le tiers ou le quart « du grain, est la plus proche de son support et se trouve « renfermée dans la balle; au lieu que la partie saine « est à découvert et la plus éloignée du support. Cette « observation, qu'on ne peut révoquer en doute, ne « paraît pas s'accorder avec l'opinion de M. Decandolle; « car ni les *sclerotium*, ni les clavaires et autres espèces « de champignons n'offrent aucun fait semblable dans « leur formation, tandis que cela se conçoit facilement « si l'ergot est dû à une sève viciée qui peut altérer « une partie du grain sans que l'autre en soit affectée,

« comme il arrive aux fruits, aux feuilles, etc., etc. »

M. le rapporteur ajoute à ces remarques que, d'après M. Tessier, l'ergot ne se manifeste que lorsque le grain est déjà formé; qu'il prend la forme de ce grain; en sorte que celui du froment, par exemple, est plus gros, plus obtus et moins allongé que celui du seigle. Il présente ensuite les résultats des analyses comparatives que M. Vauquelin a faites de l'ergot et de différentes espèces de champignons (travail dont nous espérons pouvoir présenter un extrait détaillé dans le Cahier prochain), et termine par cette conclusion : « Nous ne rejetons pas l'opinion « de M. Decandolle; mais, d'après tous les faits qui « viennent d'ère exposés, nous pensons qu'il y a lieu de « douter que l'ergot soit un champignon. »

MM. Berthollet et Vauquelin rendent compte des recherches que M. Dulong avait présentées à l'Académie sur les combinaisons de l'azote avec l'oxigène. (Elles ont paru dans le Cahier de juillet.)

M. Cuvier lit une Note sur une production fossile qui avait paru jusqu'à présent indéchiffrable pour les naturalistes, et qui n'est que l'extrémité mutilée d'un os de seiche.

M. de Laplace lit une Note sur le pendule. (Elle a été publiée dans le Cahier de septembre.)

M. Loiseleur des Longchamps lit un Mémoire sur une nouvelle distribution des plantes en familles. (MM. Palissot de Beauvois et Mirbel, commissaires.)

Un Mémoire sur la sodalite du Vésuve, par M. le comte Dunin-Borrowsky, est renvoyé à l'examen de MM. Vauquelin et Brongniart.

Nous rapporterons les observations du juge *Wheeler* à *Weston*, telles qu'on les a consignées dans les *Transactions of the american philosophical Society held at Philadelphia*, vol. VI : « Le ciel présentait un grand « nombre d'éclaircies ; vers la partie septentrionale de « l'horizon on remarquait même un espace de dix à « quinze degrés parfaitement dépourvu de nuages ; un « éclair subit vint réveiller l'attention du juge *Wheeler*, « qui aperçut dans le nord un globe de feu passant, dans « ce moment, derrière des nuages qui l'obscurcirent « sans néanmoins le faire disparaître complétement ; « son contour était alors bien tranché comme celui du « soleil vu au travers d'un brouillard : il paraissait venir du nord et s'élevait dans une direction presque « perpendiculaire à l'horizon avec une légère inclinaison vers l'ouest ; il ne marchait pas non plus exactement dans un grand cercle ; il était tantôt d'un côté « et tantôt de l'autre de ce plan, mais jamais à plus de « quatre ou cinq degrés de distance angulaire. Le diamètre apparent était d'environ la moitié ou les deux « tiers de la pleine lune ; la vitesse était moindre que « celle des météores ordinaires ou des étoils filantes ; son « éclat était variable suivant la plus ou moins grande « épaisseur des nuages qui le couvraient ; son passage « au travers des éclaircies produisait des éclairs un peu « moins vifs que ceux qui précèdent les coups de tonnerre. Partout où les nuages n'étaient pas trop épais, « le météore paraissait accompagné d'une traînée de lumière conique, pâle et ondulante, et dont la longueur égalait dix ou douze fois son diamètre. Dans les « endroits parfaitement clairs, on observait tout près

« du corps du météore une scintillation (*briska*) semblable à celle d'une torche enflammée portée contre le vent. Le météore disparut vers 15 degrés du zénith et à la même distance environ à l'ouest du méridien : il ne s'éteignit pas instantanément, mais s'affaiblit graduellement, comme il arrive à un boulet rouge qui se refroidit dans l'obscurité. L'intervalle qui s'écoula entre la première apparition du météore et sa disparition complète parut être d'environ 30 secondes. On l'avait tout-à-fait perdu de vue depuis 30″ ou 40″ lorsqu'on entendit distinctement trois violentes explosions semblables à celles d'un canon de quatre peu éloigné : elles furent bientôt suivies d'explosions moins fortes et qui se succédaient à de si petits intervalles qu'elles formaient un roulement continu. Peu de temps avant de perdre le météore de vue, M. *Staples* remarqua, dans sa course, trois mouvemens rapides semblables à des bonds ; pendant le premier et le second il parut s'affaiblir, et disparut complètement après le troisième. »

Le passage suivant renferme les principales circonstances de l'observation de M. *Page* à *Rutland*.

« J'étais dans une chambre située à l'ouest, dans ma maison, le lundi matin 14 décembre 1807, peu de temps avant le jour, lorsqu'une vive lumière qui éclairait tout le ciel vint subitement frapper mes yeux : j'aperçus bientôt qu'elle était produite par un météore circulaire situé au sud-ouest, et qui descendait rapidement vers le sud, laissant derrière lui une traînée d'étincelles brillantes. L'atmosphère, au midi, était très-vaporeuse ; mais le météore était visible même derrière les nuages, et ne disparut que lorsqu'il fut descendu plus

bas que les montagnes situées au sud de cet endroit, à environ vingt milles de distance. Je regrette beaucoup maintenant de n'avoir pas fait des observations détaillées; mais j'aurais probablement regardé toujours ce météore comme une *étoile tombante* (« *falling star* »), si je n'avais pas lu, dans les Gazettes de New-York, qu'on avait vu l'explosion d'un météore, et une chute de pierres près de New-Haven dans le Connecticut, précisément le matin, dont la date m'était encore présente, où j'avais observé le phénomène de Rutland. Je suis redevable à mon savant ami, le docteur Samuel Williams, des méthodes qui m'ont servi à fixer la situation du météore au moment où je l'aperçus pour la première fois, et la direction de sa course. La *forme* était circulaire; la *grandeur* un peu moindre que le quart du diamètre de la lune; la *couleur* du rouge très-vif; la *queue* ou *traînée de lumière* était située dans une direction opposée à la marche, et avait une longueur égale au moins à huit fois le diamètre du noyau. L'*azimuth*, au moment de la première apparition, était d'environ 9° 30′ à l'ouest du méridien; la *hauteur* de 18° 30′. Le point où la ligne décrite parut rencontrer l'horizon serait, par mon estime, à 7° ou 8° du méridien. Le *mouvement* était très-rapide; la durée de l'apparition de 30 secondes environ. »

En combinant ces observations de différentes manières, M. Bowditch trouve que la hauteur du météore, à l'instant où il fut aperçu à *Rutland*, était de 18 milles et 2 dixièmes; les observations de *Wenham* donnent 16,2 et 18,3 milles; enfin on déduit 19,5 de celles qui correspondent au moment de la disparition. (La valeur du mille est de 4954 pieds de Paris.) Il résulte de toutes

ces observations que le météore se mouvait presque parallèlement à la surface de la terre, à une hauteur de 15360 toises et avec une vitesse qui n'était pas moindre que 2480 toises par seconde. Les évaluations d'après lesquelles on peut déterminer son volume présentent quelque incertitude. Le plus petit des diamètres qu'on puisse lui assigner, dit M. Bowditch, est de 491 pieds.

Le pied cube d'un fragment de ce météore trouvé près de Weston pesait 225 livres. On déduirait de là et du diamètre précédent que son poids total devait surpasser *six millions de tonnes* (1). Si la pesanteur spécifique avait été seulement égale à celle de notre atmosphère, le poids serait encore de 2000 tonnes. Les fragmens qui furent recueillis près de Weston formeraient à peine une sphère de deux pieds de diamètre : il est donc très-vraisemblable qu'il ne tomba près de ce lieu que quelques éclats isolés, et que le reste de la masse du bolide continua sa route.

Quant à la nature particulière de ces corps, M. Bowditch remarque, en terminant sa dissertation, « qu'on les « observe depuis trop peu d'années, avec exactitude, « pour qu'il soit possible d'avoir une opinion assurée « sur leur origine. La grande masse du météore de Wes- « ton ne paraît pouvoir s'accorder ni avec la supposition « qu'il se serait formé dans l'atmosphère, ni avec l'idée « qu'il aurait été projeté par un volcan de la lune ou de « la terre. D'une autre part, l'uniformité de compo- « sition qu'ont présentée les aérolithes qui sont tombés

---

(1) Le poids d'une tonne est d'environ mille kilogrammes.

« à diverses époques et dans divers lieux ne semble « guère favorable, en raisonnant par analogie, à l'opi- « nion qui a été avancée que ces corps sont des satellites « de notre globe. »

(L'aérolithe de *Weston* a été analysé par M. Warden. (Voyez *Ann. de Chimie*, vol. LXXIII, p. 293.)

Sur l'Acier.

Lorsque Bergman eut annoncé que la fonte, le fer et l'acier contenaient chacun depuis 0,5 jusqu'à 30 sur cent de manganèse, on crut que la présence de ce métal pouvait contribuer à la bonne qualité de l'acier, et Reynolds employa son oxide non pour la préparation de la fonte dans les hauts fourneaux, mais pour son affinage et sa conversion en fer, dans l'intention sans doute de combiner le manganèse avec le fer, quoiqu'il n'ait fait aucune expérience pour s'assurer si cette combinaison pouvait s'effectuer.

Depuis, on a fait de l'acier, près de Ulverston, avec du charbon de bois, au lieu de *coke*, et on a attribué la disposition du fer à produire de bon acier à une portion de manganèse que contient sa mine. (Mushet, *Phil. Mag.*, vol. XLVIII, p. 295.)

L'opinion que le manganèse donne de la qualité à l'acier est encore partagée par quelques chimistes, et M. Doebereiner l'a communiquée au célèbre Goethe, comme lui étant propre, il y a environ deux ans. (*Journ. de Schweigger*, vol. XVI, p. 103.)

Tennant pensait, de son côté, que l'acier qu'on importe des Indes, sous le nom de *wootz*, doit ses propriétés

particulières à une petite quantité d'arsenic. (*Ann. of Phil.*, vol. VIII, p. 279.)

Quoiqu'il soit prouvé depuis long-temps qu'on fait de bon acier avec le fer et le charbon seuls, il ne serait certainement pas impossible qu'on pût aussi en faire avec le manganèse, l'arsenic et plusieurs autres corps ; car on peut croire que toute substance qui donnerait au fer de la rigidité sans trop diminuer sa ductilité, pourrait le convertir en une espèce d'acier. Ainsi, par exemple, le carbone, l'oxigène, le phosphore, le soufre, l'arsenic, etc., communiquent tous au fer, en se combinant avec lui dans certaines proportions, la propriété de conserver le magnétisme. Cependant on doit regarder jusqu'à présent, comme une simple hypothèse, l'opinion que le manganèse ou l'arsenic peuvent former un bon acier avec le fer.

Les expériences de Bergman, d'après lesquelles il pourrait y avoir jusqu'à 30 centièmes de manganèse dans le fer ou dans l'acier, ne méritent absolument aucune confiance, et on peut leur opposer celles plus récentes et beaucoup plus exactes de M. Vauquelin, d'après lesquelles il n'y en existe pas un atome. En admettant que les mines de fer manganésifères donnent du fer ou de l'acier naturel plus aisément que les autres, il ne s'ensuit pas que c'est parce que le manganèse se combine avec le fer, mais bien parce que les oxides de ces deux métaux déterminent facilement la fusion de la silice et des terres qui accompagnent ordinairement l'oxide de fer. M. Mushet, en réduisant les mines de Suède qui donnent le fer avec lequel on fait l'acier, n'y a pas trouvé plus de manganèse que dans les mines d'Angleterre, et il n'a jamais pu se convaincre si la présence du manga-

nèse donnait réellement quelque qualité particulière à l'acier. Il rapporte plusieurs expériences qui prouvent que ce métal peut se combiner avec la fonte, et Descostils avait reconnu depuis long-temps qu'il rend la fonte blanche, malgré la présence du charbon. (*Journ. des Mines*, vol. XXI, p. 282.) Mais l'expérience prouve qu'il ne reste pas dans le fer, et par conséquent dans l'acier.

Sur la Flamme.

Les résultats suivans que nous extrayons d'un écrit de M. George Oswald Sym inséré dans les *Annals of Philosophy* du docteur Thomson, nous paraissent mériter d'être connus, même après le Mémoire de sir H. Davy, dont nous avons donné plus haut la traduction.

Si un simple fil métallique est introduit horizontalement dans la flamme d'une chandelle, on remarquera que l'éclat de la partie supérieure de cette flamme est sensiblement diminué ; l'effet sera plus apparent si, au lieu d'un seul fil, on en emploie deux, trois ou quatre. Une gaze métallique, contenant 36 fils dans un pouce carré, ne sera traversée, dans les mêmes circonstances, que par un petit nombre de jets lumineux, faibles et rougeâtres, obscurcis par une fumée abondante ; enfin, aucune partie de la flamme ne traverse la toile si elle renferme plus de soixante-quatre fils dans un pouce.

Si deux feuilles de papier sont attachées aux deux faces opposées d'une toile métallique, on pourra allumer et brûler complètement l'une d'elles sans que l'autre

éprouve aucun dommage, quelle que soit d'ailleurs la situation horizontale, verticale ou inclinée de la toile.

Un tissu métallique jouit aussi de la propriété d'intercepter la chaleur; car, dans la même place au-dessus de la flamme d'une chandelle et d'une toile métallique, où la main n'éprouve qu'une température douce, on est promptement brûlé si l'on retire la toile.

Ces propriétés ne sont pas absolues; la même gaze qui ne se laisse pas traverser par la flamme d'une chandelle à la température ordinaire, devient très-perméable si on fait rougir au feu les fils dont elle est formée.

Quand une gaze métallique suffisamment serrée est placée horizontalement dans la flamme d'une chandelle, l'effet qu'on observe n'est pas produit, comme on pourrait le croire, par une dépression de la portion supérieure de la flamme, mais bien par une suppression complète de cette partie; en sorte que le segment inférieur n'éprouve aucune altération dans sa forme, dans sa grandeur et dans son intensité. En examinant ce segment de haut en bas, on reconnaît bientôt que sa section supérieure se compose d'un anneau étroit et lumineux entourant un disque obscur, au centre duquel se trouve le bout de la mèche : cette portion de la flamme consiste donc dans une enveloppe légère et incandescente dont l'intérieur est rempli de cire ou de suif en vapeur.

Quand une flamme est tronquée à l'aide d'une toile métallique, un courant de cire en vapeur passe au travers des interstices et vient remplacer le segment supérieur. Ce courant peut être allumé séparément, et dès-lors il continue à brûler comme si la toile n'y était plus. La flamme semble alors complète; seulement les deux

segmens ne sont pas tout-à-fait en contact, le supérieur ne reposant pas entièrement sur les mailles du diaphragme. Cet intervalle fournit le moyen de voir dans l'intérieur de la seconde moitié de la flamme, et de reconnaître qu'elle se compose aussi d'une pellicule incandescente, dont l'épaisseur, très-petite à la base, augmente graduellement à mesure qu'on se rapproche du sommet.

Ces expériences paraissent autoriser suffisamment les conclusions que l'auteur en déduit, savoir : que dans une flamme la combustion n'a lieu qu'à la surface, et que l'intérieur de cette enveloppe ellipsoïdique est rempli de cire en vapeur, dont la température est peu élevée. Ceci explique pourquoi un fil métallique qui traverse une flamme devient promptement rouge dans les points où il rencontre la surface, tandis que la partie intérieure reste noire.

Ces mêmes moyens d'observation serviront à prouver que la structure dont nous venons de parler n'est pas particulière à la flamme des chandelles et des bougies. Si l'on coupe celle d'une lampe d'Argand, par exemple, avec une toile métallique, on verra, en examinant la section par-dessus, qu'elle est formée de deux cercles concentriques et lumineux séparés l'un de l'autre par un espace obscur qui correspond au milieu de l'épaisseur de la mèche.

Depuis la publication du Mémoire de M. Sym, M. J. Murray Esq. a annoncé, dans le *Philosophical Magazine* de M. Tilloch, qu'il était parvenu à introduire de la poudre dans la flamme d'une chandelle avec une

spatule d'ivoire, et qu'elle était très-humide lorsqu'on l'en retirait. Il assure même avoir conservé de *l'argent fulminant pendant plusieurs secondes dans le cône de la flamme sans qu'il détonnât* ; il ajoute enfin que le phosphore s'y éteint.

Sur les effets du Galvanisme dans le traitement de l'asthme.

Le 21 novembre 1816, on a lu à la Société royale de Londres, un Mémoire du docteur Philip Wilson de Worcester sur les effets du galvanisme dans le traitement de l'asthme. Ce savant établit que l'asthme spasmodique est une maladie très-rare à laquelle le galvanisme ne peut apporter aucun remède ; tandis que le même moyen soulage ou guérit radicalement neuf fois sur dix, dans les cas plus fréquens où l'asthme est une affection nerveuse. Le malade galvanisé ne commence à ressentir les effets de l'action de la batterie et à éprouver plus de liberté dans la respiration qu'après un intervalle de cinq à dix minutes. M. Wilson se servait de plaques de quatre pouces carrés : dans quelques cas très-rares il en a employé jusqu'à trente. Le fil positif de la batterie aboutissait à la nuque ; le fil négatif au creux de l'estomac : ces deux parties étaient recouvertes de feuilles d'étain sur lesquelles M. Wilson recommande de promener les extrémités des deux fils. Il a, du reste, remarqué constamment que les malades supportent une action plus énergique dans les premières épreuves que lorsqu'ils ont déjà été galvanisés plusieurs fois; il n'a pas trouvé qu'il fût avantageux de faire durer l'opération plus d'un quart d'heure.

Chez quelques individus, le fluide galvanique produit sur la peau une inflammation, ou même des ulcères qui restent ouverts pendant plusieurs semaines. Les auges de la pile étaient remplies avec de l'eau chargée d'un vingtième d'acide muriatique.

Sur le Charbon animal et sur le Charbon végétal.

PAR le Professeur DOEBEREINER.

Extrait du *Journal de Schweigger*, vol. XVI, p. 86 et 92.

M. GAY-LUSSAC, dans son analyse de l'acide prussique, a montré que le carbone se combine avec l'azote pour former le cyanogène, dans la proportion en volume de 6 à 3, et dans celle de 6 à 2 pour former la substance carbonée qui reste après la décomposition spontanée de l'acide prussique, et à laquelle il a donné le nom d'*azoture de carbone*; mais il n'a point cherché à déterminer le rapport dans lequel ces deux corps existent dans le charbon provenant de la distillation des substances animales, et je me suis proposé d'y suppléer.

5 grammes de charbon animal obtenu en calcinant de la gélatine, et dépouillé de son phosphate de chaux par des traitemens successifs avec l'acide hydrochlorique et l'eau, à la température de 100°, furent mêlés, après avoir été bien séchés, avec 75^{g} d'oxide de cuivre, et exposés, dans un tube de verre, à l'action de la chaleur. Bientôt

il se dégagea un fluide élastique, sans odeur et sans couleur, qui fut reconnu pour être un mélange de 85 parties de gaz acide carbonique et 15 de gaz azote ; ce qui revient à peu près à 6 parties du premier contre une du second, ou bien à 6 volumes de vapeur de carbone contre 1 de gaz azote, en supposant avec M. Gay-Lussac que dans l'acide carbonique il y ait un volume de vapeur de carbone.

Il résulte de là qu'il existe trois combinaisons du carbone avec l'azote ;

1°.—Le charbon animal = { 6 vol. de vapeur de carbone ; 1 vol. d'azote.

2°.—L'azoture de carbone = { 6 vol. de vapeur de carbone ; 2 vol. d'azote.

3°.—Le cyanogène = { 6 vol. de vapeur de carbone ; 3 vol. d'azote.

Le charbon végétal, si différent du charbon animal par ses caractères extérieurs, s'en éloigne encore plus par ses propriétés chimiques. L'hydrogène y tient la place de l'azote dans le charbon animal, et j'ai voulu m'assurer dans quelle proportion il était combiné avec le carbone. En chauffant un mélange de charbon de sapin fortement rougi et d'oxide de cuivre, pesés très-exactement l'un et l'autre, et en faisant passer les gaz qui se sont dégagés sur du chlorure de calcium, j'ai trouvé que le charbon est composé de 12 parties en volume de vapeur de carbone et de 1 d'hydrogène. Du charbon non rougi, mais desséché à une température de 125 à 150 degrés, ayant été traité comme le précédent, s'est trouvé composé de 9 parties en volume de vapeur de carbone et de 1 d'hydrogène.

En chauffant de la plombagine rougie avec de l'oxide de cuivre, je n'ai pu apercevoir aucune trace d'eau, quoique MM. Thenard et Gay-Lussac disent avoir observé que l'on obtient de l'acide hydrochlorique en faisant passer du chlore sur la plombagine chauffée au rouge (1).

Il y a long-temps que je considère la base du charbon que l'on désigne par le nom de *carbone*, comme étant de nature métallique, parce qu'elle se combine avec le fer et plusieurs autres métaux, et qu'elle forme avec le premier un composé en quelque sorte plus parfait et plus métallique que le fer lui-même; mais il m'avait manqué jusqu'à présent de pouvoir obtenir cette base, et aujourd'hui je crois y être parvenu.

En exposant au feu le plus violent d'un four à poterie un mélange de 2 parties de limaille de fer très-fine, 1 d'oxide de manganèse, et 1 de noir de fumée, j'ai obtenu un alliage de fer et de manganèse, et une substance attirable à l'aimant, d'un gris noir, en lames minces, adhérentes les unes aux autres, jouissant d'un grand éclat métallique, et ressemblant beaucoup à la plombagine qu'on trouve dans les fonderies de fer. Cette substance, traitée par l'eau régale jusqu'à ce qu'elle n'en fût plus attaquée, lavée ensuite avec l'acide hydrochlorique bouil-

---

(1) MM. Thenard et Gay-Lussac ne sont pas les seuls qui aient annoncé que la plombagine contient de l'hydrogène. Guyton-Morveau a remarqué la production de l'eau pendant la combustion de la plombagine de Keswick (*An. de Ch.*, vol. LXXXIV, p. 241); et M. Davy a fait la même remarque pour celle de Borrowdale. (*Ann. de Ch. et de Ph.*, vol. Ier, p. 25.)

ant, et enfin avec l'eau, avait conservé sa couleur, son éclat métallique et sa forme lamelleuse; mais elle n'était plus attirable à l'aimant; elle conduisait l'électricité, et se volatilisait, *sans cependant brûler?* lorsqu'on l'exposait pendant une demi-heure dans un creuset ouvert, à une chaleur blanche. En la chauffant avec de l'oxide de fer, j'obtins un gaz inflammable qui donna du gaz acide carbonique par la combustion avec le gaz oxigène : par conséquent elle doit être considérée comme du carbone.

D'après ces observations, il est clair que la substance noire qui a résisté à l'action de l'eau régale est du carbone métallique, que l'on pourrait nommer *métal du charbon* ou *carbonium;* si toutefois l'on admet qu'un degré éminent d'éclat, d'opacité, de combustibilité ou d'oxidabilité, et la propriété de conduire l'électricité, sont les propriétés essentielles des métaux; et si l'on permet de ranger avec eux une substance qui en possède tous les caractères (1).

---

(1) Les expériences de M. Doebereiner ne prouvent point que la substance à laquelle il propose de donner le nom de *carbonium* ne retient point de fer, parce qu'il ne dit pas si elle brûle sans laisser de résidu; mais, quand même elle serait parfaitement pure, nous ne voyons pas en quoi elle différerait du carbone. Depuis Priestley, tous les chimistes ont souvent remarqué que le carbone qui se dépose, à une température rouge, dans des tubes de verre ou de porcelaine, lorsqu'on y fait passer certaines substances végétales pour les décomposer, a très-souvent une belle apparence métallique, et certainement ce carbone est pour le moins aussi pur que le *carbonium* de M. Doebereiner. Celui qui n'a point d'éclat n'en conduit pas moins l'électricité, et cette propriété est peut-être la seule qui ait conservé quelque valeur parmi celles dont on se servait pour caractériser les métaux parmi les corps

Sur la Géographie des Insectes.

M. LATREILLE vient de publier le Mémoire qu'il avait lu à l'Académie des Sciences en janvier 1816, sur la *géographie des arachnides et des insectes*. La nature de ce journal ne nous permet pas de rapporter les discussions minutieuses sur lesquelles se fondent les divisions en climats que l'auteur propose ; mais nous espérons qu'on nous saura gré d'avoir extrait de ce travail quelques résultats qui, par leur généralité, semblent devoir intéresser toutes les classes de lecteurs.

La totalité ou un bon nombre des arachnides et des insectes qui habitent des contrées séparées par de grands espaces appartiennent à des espèces différentes, lors même que ces contrées, situées sous le même parallèle, jouissent d'une égale température : ainsi les insectes de la Chine sont distincts de ceux de l'Europe et de l'Afrique.

La plupart des mêmes animaux diffèrent encore spécifiquement lorsque les pays où ils font leur séjour sont séparés par des barrières naturelles qui rendent les communications très-difficiles, telles que des mers, des chaînes de montagnes très-élevées, de vastes déserts, etc. Ainsi les arachnides et les insectes de la Nouvelle-Hollande et de l'Amérique ne peuvent être confondus avec ceux de l'ancien continent. Ceux de la Guyane diffèrent en partie des insectes du Pérou, parce que ces deux contrées sont séparées par les Cordilières. Quand on passe

---

simples. L'expression de *base métallique du charbon* pourrait faire croire que cette base est différente du carbone, ou du *kohlenstoff* des Allemands ; et si c'était en effet l'opinion de M. Doebereiner, elle ne résulterait certainement pas de ses expériences. Mais s'il veut considérer le carbone comme un métal, parce qu'il conduit l'électricité et qu'il se présente quelquefois avec un éclat métallique, nous ne voyons là aucun inconvénient ; déjà ses propriétés chimiques l'avaient fait ranger dans la série des corps simples, près des substances métalliques.

du Piémont en France par le col de Tende, on aperçoit aussi un changement brusque.

Les genres d'insectes dont les noms suivent ne se trouvent que dans le nouveau continent : *agre*, *galérite*, *nilion*, *tetraonyx*, *rutèle*, *doryphore*, *alurne*, *érotyle*, *cupès*, *corydale*, *labide*, *pélécine*, *centris*, *euglosse*, *héliconien*, *érycine*, *castnie*, *etc.* Ceux-ci au contraire n'y existent pas : *anthie*, *graphiptère*, *érodie*, *pimélie*, *scaure*, *cossyphe*, *mylabre*, *brachycère*, *ménoptère*, *abeille*, *anthophore*.

Il paraît constant qu'un espace en latitude mesuré par un arc de douze degrés produit, abstraction faite de quelques variations locales, un changement très-sensible dans la masse des espèces, et que ce changement est presque total si l'arc est de 24 degrés, comme du nord de la Suède au nord de l'Espagne.

En s'élevant sur une montagne à une hauteur où la température, la végétation, le sol sont les mêmes que dans une contrée bien plus septentrionale, on y découvre plusieurs espèces qui sont particulières à celle-ci, et qu'on chercherait en vain dans les plaines et les vallons qui sont au pied de ces montagnes, etc., etc.

L'augmentation de la lumière tend à convertir chez les insectes le jaune en rouge ou en orangé ; sa déperdition fait passer ce jaune au blanc. Ce fait s'applique aussi à des coquilles. L'*helix nemoralis*, ou *la livrée*, qui, dans nos climats, a le fond jaune, est rouge ou rougeâtre en Espagne. Dès qu'en allant du nord au midi, l'on arrive à l'île de Ténériffe, l'on s'aperçoit déjà que notre papillon du chou (*papilio cheiranthi*, Hübn) et celui qu'on nomme le *vulcain* (*atalanta*) ont éprouvé une modification dans leurs couleurs. Les papillons diurnes de nos montagnes ont, ordinairement, le fond des ailes blanc ou d'un brun plus ou moins foncé.

Errata.—Tome III, page 100, ligne 14, au lieu de *cinquième*, lisez *cinquantième*.

Tome II, page 300, ligne 8, au lieu de *un petit tube plein*, lisez *une petite cuve pleine*.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ETAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	755,10	+12,2	90	753,09	+15,0	80	752,42	+16,0	77	752,67	+13,2	97	+16,0	+10,0	Couvert.	S. O.
2	754,70	+16,7	82	754,00	+18,5	81	752,22	+18,6	82	751,70	+15,0	89	+18,6	+14,7	Pluie fine.	O. S. O.
3	755,91	+14,7	83	756,26	+17,9	70	756,12	+17,2	70	757,21	+11,7	70	+18,1	+11,7	Très-nuageux.	O.
4	757,43	+13,5	83	757,45	+19,6	68	756,89	+17,7	70	757,38	+12,0	90	+19,6	+ 7,2	Nuageux.	S.
5	757,22	+12,5	87	756,83	+19,5	67	755,90	+20,1	75	755,72	+14,7	96	+20,1	+ 7,0	Légers nuages.	E. S. E.
6	755,48	+16,5	87	754,92	+21,0	79	753,96	+21,9	76	753,48	+16,2	94	+21,9	+11,5	Nuageux.	O. S. O.
7	754,44	+18,2	84	874,78	+21,0	86	754,76	+17,5	94	754,78	+14,7	97	+21,5	+13,2	Très-couvert.	S.
8	758,03	+16,5	81	758,41	+19,2	76	757,87	+18,1	75	758,28	+12,7	95	+19,2	+13,5	Nuageux.	S. O.
9	758,06	+15,1	87	757,77	+19,9	76	757,28	+20,5	69	757,86	+14,7	92	+20,5	+10,5	Légers nuages.	S. E.
10	758,65	+14,1	88	758,73	+18,0	84	758,42	+18,7	79	759,42	+13,7	96	+18,7	+10,7	Beau ciel.	N. E.
11	757,98	+14,2	95	757,65	+14,7	95	756,98	+17,2	77	758,33	+10,7	91	+17,2	+10,7	Couvert.	N. O.
12	759,97	+13,5	89	760,03	+16,0	72	759,81	+15,0	68	760,08	+12,5	86	+16,0	+12,5	Très-nuageux.	N. N. E.
13	760,40	+11,7	82	759,92	+14,5	76	758,78	+15,9	68	759,31	+ 9,2	93	+15,9	+ 8,5	Petits nuages.	E. N. E.
14	761,12	+ 8,5	92	761,37	+12,5	89	760,87	+14,7	83	762,25	+10,7	97	+14,7	+ 6,0	Couvert.	N. O.
15	763,07	+ 7,9	89	762,64	+14,2	76	761,60	+15,1	69	761,32	+10,2	90	+15,1	+ 5,2	Nuageux.	E. N. E.
16	759,13	+ 8,9	83	757,54	+13,2	61	756,04	+14,2	62	755,52	+ 7,6	86	+14,2	+ 4,7	Beau ciel.	E.
17	754,18	+ 7,9	93	754,04	+12,5	86	753,31	+14,2	80	753,45	+11,1	95	+16,7	+ 3,5	Couvert.	S. S. O.
18	752,15	+ 9,7	86	753,70	+13,5	67	753,53	+12,7	74	756,41	+ 9,0	89	+13,5	+ 5,0	Quelques éclaircies.	O. S. O.
19	758,45	+ 7,5	86	758,46	+11,9	73	757,51	+12,9	68	756,76	+ 7,9	81	+12,4	+ 4,5	Nuageux.	O.
20	749,12	+10,5	94	749,94	+ 7,7	92	749,18	+ 9,7	70	749,00	+ 5,7	86	+10,6	+ 5,7	Pluie.	O.
21	748,38	+ 6,9	83	748,45	+10,1	70	747,75	+ 9,9	68	749,60	+ 5,4	82	+10,1	+ 4,2	Très-nuageux.	O. N. O.
22	752,77	+ 7,2	87	753,02	+10,6	80	752,75	+ 9,7	89	753,93	+ 7,6	94	+10,6	+ 3,7	Très couvert.	O. S. O.
23	758,30	+ 6,9	88	758,75	+11,0	61	758,84	+10,9	56	759,31	+ 3,2	78	+11,0	+ 1,7	Nuageux.	O.
24	757,40	+ 2,9	86	755,88	+ 8,7	78	753,42	+ 9,5	70	752,28	+ 3,6	93	+ 9,5	+ 0,7	Voilé à demi.	E.
25	749,42	+ 8,7	86	747,95	+11,1	84	746,37	+13,2	77	747,74	+ 9,0	95	+13,2	+ 5,7	Pluie.	S.
26	751,00	+ 9,3	89	750,81	+11,7	80	749,96	+10,7	76	748,70	+ 9,2	94	+11,7	+ 7,7	Couvert.	S.
27	748,40	+12,2	80	748,12	+16,2	71	747,76	+17,1	67	748,34	+13,9	81	+17,1	+ 9,0	A demi voilé.	S. E.
28	747,65	+12,4	79	748,15	+16,2	72	748,85	+15,0	79	750,38	+ 7,3	94	+16,2	+ 6,7	Nuageux.	S. E.
29	749,34	+ 6,4	89	747,90	+13,0	73	745,68	+13,7	62	742,16	+10,7	84	+13,7	+ 4,0	Très-beau.	S.
30	740,58	+11,6	91	740,16	+14,6	82	738,55	+11,9	93	737,90	+10,0	94	+14,6	+10,0	Couvert.	S. S. O.
31	741,69	+11,0	93	741,88	+13,5	87	741,73	+14,2	78	742,52	+ 9,0	90	+14,2	+ 9,0	Couvert.	S.
1	756,50	+15,0	85	756,22	+19,0	77	755,58	+18,6	77	755,85	+13,9	92	+19,4	+11,0	Moyennes du 1 au 10.	
2	757,56	+ 0,0	89	757,53	+13,1	79	756,76	+14,2	71	757,24	+ 9,5	89	+14,6	+ 6,6	Moyennes du 11 au 20.	
3	749,54	+ 8,7	86	749,19	+12,4	76	748,33	+12,3	77	748,47	+ 8,1	89	+11,9	+ 5,5	Moyennes du 21 au 31.	
	754,37	+11,2	87	754,15	+14,7	77	753,59	+14,9	74	753,68	+10,4	90	+15,6	+ 7,6	Moyennes du mois.	+ 11,6

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Octobre* 1816.

Instructions concernant les préparations nommées lac-lake *et* lac-dye, *et moyen de parvenir à les perfectionner et à les rendre utiles, comme remplaçant la cochenille dans la teinture de l'écarlate, etc.*

PAR M. EDWARD BANCKROFT.

Extrait de l'anglais par M.***.

LE *lac-lake* est préparé dans l'Inde avec de la laque en bâtons réduite en poudre, par des affusions répétées d'eau bouillante dans laquelle on a fait dissoudre une grande quantité de soude; mais cette addition de soude, quoique disposant l'eau à extraire la partie colorante de la laque beaucoup plus copieusement, occasionne une dissolution considérable de résine qui est ensuite précipitée, intimement combinée avec le principe colorant, par l'alun employé à la précipitation de cette dernière matière. D'après cela, le lac-lake, outre sa matière colorante, contient diverses proportions de résine et d'alumine : la proportion de la résine peut être évaluée au tiers de son poids, et celle de l'alumine au sixième. Il contient aussi une partie de matière végétale provenant de l'écorce mucilagineuse d'un arbre de l'Inde connu dans le pays sous le nom de *lodu*, qu'on suppose être utile sous divers rapports; mais cela n'a pas encore été bien déterminé. Des portions considérables, mais variables, de sable et d'autres matières terreuses sont aussi ordinairement ajoutées au lac-lake par les manufacturiers pour en augmenter le poids.

De tous les lac-dyes, celui préparé par M. Turnbull est généralement préféré, quoique contenant presque autant de matières résineuses que le lac-lake de bonne qualité, et très-peu de matières colorantes de plus. Il contient aussi une partie du même végétal et d'autres matières étrangères ; et son principal avantage sur le bon lac-lake est que, par quelque ingrédient particulier ou par quelque autre cause qui n'est pas généralement connue, il peut être *amolli* et en quelque sorte *pénétré sans être dissous par l'eau bouillante* : avec cet avantage, les mordans employés dans la teinture sont en état d'agir sur la matière colorante au point d'en rendre une grande partie capable d'être reçue par l'étoffe et avec moins de perte que lorsqu'on se sert du lac-lake.

La matière colorante de la laque étant ainsi combinée, par cette préparation, avec une partie considérable de résine, l'eau, même par une longue ébullition, est incapable d'en dissoudre ou d'en extraire quelques parties, quoiqu'à l'aide d'un alcali, l'eau dissolve promptement et la matière colorante et la résine ; ainsi dissoute, la première ne se fixera pas sur l'étoffe si l'alcali n'est pas d'abord complètement neutralisé ; mais du moment qu'il l'a été, la résine recouvre ses propriétés et se rassemble en *masses* qui enveloppent et retiennent une grande partie de la matière colorante : il faut donc filtrer pour séparer la résine ; sans cela, elle s'attachera, dans la chaudière, à l'étoffe et l'endommagera. Cet inconvénient, joint à d'autres, est plus que suffisant pour contre-balancer l'avantage qui pourrait provenir de l'usage des alcalis pour extraire la couleur du lac-lake ou du lac-dye ; et dans le cas où on pourrait

s'en servir, la soude et l'ammoniaque mériteraient la préférence sur la potasse comme produisant une meilleure couleur.

D'après de nombreuses expériences, j'ai trouvé que les acides étaient les meilleurs agens, s'ils ne sont pas les seuls, capables de rendre soluble dans l'eau la matière colorante du lac-lake et du lac-dye, pour s'en servir avec le plus grand avantage dans la teinture, en remplacement de la cochenille. Mais, parmi les acides, le nitrique est le moins convenable parce que, employé en force suffisante, il affaiblit beaucoup la couleur et la réduit presque entièrement à une teinte jaune. Les acides végétaux sont en général trop coûteux et même trop faibles, à moins qu'ils n'aient été concentrés. Les acides sulfurique et muriatique sont exempts de ces défauts ; mais ce dernier en a d'autres que nous ferons connaître plus tard : d'après cela, l'acide sulfurique est préférable à tout autre pour diviser la résine et l'empêcher de produire de mauvais effets dans le bain de teinture. Mais pour mettre cet acide en état d'agir avec une efficacité suffisante, dans les plus petites proportions, il est de la plus haute importance que le lac-lake ou le lac-dye soient réduits en une poudre extrêmement fine; et comme ces deux substances, mais principalement le lac-lake, n'ont pas constamment la même proportion de matière colorante (défaut auquel l'indigo est en quelque sorte sujet), il est convenable qu'un grand nombre de ballots de ces substances soient mis ensemble et intimement mêlés avant la pulvérisation, afin d'obtenir par ce moyen une *qualité moyenne et uniforme* qui, après quelques épreuves, puisse mettre le teinturier en état de connaître l'effet

qu'il doit attendre de son opération, et de remédier aux inconvéniens auxquels il pourrait être exposé.

Le moyen employé par les teinturiers de Londres pour moudre le lac-lake ou le lac-dye me paraît le meilleur de ceux qui sont parvenus à ma connaissance. Ils commencent par réduire le lac en une poudre grossière, en le mettant dans une auge en pierre de forme circulaire, sous une meule de même matière, verticale et tournante, semblable à celle dont on se sert pour moudre le tan. Pour éviter la perte occasionnée par la mouture, inévitable dans les substances sèches, on mouille cette poudre grossière au point de lui donner la consistance, mais non la tenacité d'une pâte légère. Alors on fait passer cette poudre par deux paires de meules placées horizontalement, pareilles à celles dont on se sert dans les moulins à blé, mais plus petites, et dont une paire est placée directement au-dessus de l'autre; de sorte que la poudre mouillée mise sur les plus hautes, en ayant éprouvé l'action, doit tomber sur les inférieures et être moulue très-fin; ensuite cette poudre mouillée est transportée avec des auges de bois dans les cuves de même matière où elle doit reposer, afin qu'on puisse en ôter l'eau incolore surnageante. Cela fait, le sédiment ou poudre mouillée doit être mis dans un vaisseau de plomb d'une dimension convenable, afin d'obtenir, par le moyen de l'acide sulfurique délayé dans l'eau, une dissolution claire de la matière colorante, de la séparer des substances étrangères, résineuses, terreuses ou autres, et de la rendre capable de s'appliquer sur l'étoffe. L'acide sulfurique a la propriété de détruire les mauvais effets de la résine, et beaucoup mieux que l'acide muriatique.

Pour dissoudre la matière colorante comme on vient de dire, il faut 3 livres d'acide sulfurique du commerce, tel que les manufacturiers l'emploient ordinairement (c'est-à-dire, d'une pesanteur spécifique de 1,845), pour 4 livres de poudre de lac-lake pesé sec avant la mouture. La poudre de lac-lake mouillée et moulue ne devrait pas contenir plus de deux fois son poids d'eau; alors on ajoute l'acide sulfurique et on le mêle parfaitement avec la poudre humide, en remuant et agitant avec une forte verge ou cuiller de verre ou de plomb. Mais si le lac-lake a éte pulvérisé sans être humecté, il sera à propos, afin d'y ajouter l'acide, de le délayer avec deux fois son poids d'eau. Le précédent mélange une fois fait, il faut le laisser reposer vingt-quatre heures en été et quarante-huit en hiver; ensuite il faut ajouter un gallon d'eau bouillante pour chaque livre de lac-lake (pesé sec), et bien mêler le tout ensemble. Après avoir laissé reposer vingt-quatre heures, la solution claire, mais colorée, doit être soutirée dans un autre vase de plomb, et la même quantité d'eau bouillante versée sur le résidu. Ce mélange, ayant été bien remué, devra reposer encore douze heures comme auparavant, et la liqueur claire être soutirée de la même manière. On jettera encore la même quantité d'eau bouillante sur le résidu, qui, après avoir reposé, sera encore séparé du liquide surnageant. Le même procédé doit être ainsi répété jusqu'à ce que l'eau bouillante paraisse ne plus extraire de matière colorante. Dès que cela arrive, il faut mêler un peu du résidu avec moitié son poids de carbonate de soude dissous dans une petite quantité d'eau; et si toute la partie colorante n'en a pas été exactement

extraite, il deviendra *rouge*, et se foncera en couleur. Si, d'après cette épreuve, il paraissait rester une quantité de couleur qui valût la peine d'être retirée, on mêlerait avec le résidu depuis un sixième jusqu'à un quart de la quantité de l'acide sulfurique primitivement employé, et, après l'avoir laissé reposé douze heures, on jetterait de l'eau bouillante dessus, ainsi qu'il a été dit plus haut. Cette opération doit être recommencée jusqu'à ce que toute la matière colorante ait été extraite. La liqueur colorante étant alors toute rassemblée dans le même vase, il faut y ajouter et bien exactement mêler deux livres de chaux pure, bien brûlée et réduite en poudre fine, par chaque 5 livres d'acide sulfurique contenu dans la liqueur. Cette portion de chaux suffira à peu près pour neutraliser les 4 cinquièmes de l'acide et le précipiter au fond du vase *sans aucune matière colorante* : on décante alors la liqueur, et le cinquième de l'acide restant qu'elle contient dispose la matière colorante contenue dans la liqueur à mieux pénétrer et imprégner l'étoffe. Je distingue cette liqueur ou solution de la couleur du lac par le n° 1. Si, au lieu de l'acide sulfurique, on faisait usage de l'acide muriatique pour faciliter l'extraction de la couleur, il ne pourrait pas être neutralisé par la chaux, parce que le muriate de chaux qui en proviendrait, étant soluble dans l'eau, resterait dans la liqueur et la rendrait incapable de produire la couleur écarlate. L'acide muriatique ne peut être neutralisé ni par la potasse, ni par la soude, ni par l'ammoniaque, parce que les sels neutres provenant d'une pareille neutralisation terniraient et gâteraient l'écarlate. La liqueur ou solution n° 1 peut,

sans aucune difficulté, être employée à la teinture comme si c'était une faible décoction de cochenille, avec les mordans et autres moyens auxiliaires dont nous parlerons bientôt. Nous nous bornerons à observer que les deux tiers de l'acide sulfurique prescrit pour le lac-lake seront suffisans pour extraire la couleur du lac-dye ; mais, quoique ni le travail ni la dépense pour extraire la matière colorante de l'une ou de l'autre de ces substances ne soient pas considérables, il est probable que la plupart des teinturiers jugeront qu'il suffit de soumettre le lac-lake ou le lac-dye à l'action de l'acide sulfurique pour priver les parties résineuses de *leur propriété adhésive :* dans ce cas, la matière colorante devient soluble dans la liqueur teignante, et elle peut être appliquée à l'étoffe sans une séparation préalable des parties résineuses et autres matières insolubles de ces préparations.

Pour cet effet, une livre d'acide sulfurique au plus devra être employée pour chaque 2 livres de lac lake pesé dans son état de sécheresse ; deux tiers d'une livre suffiront pour 2 livres de lac-dye. Chacune de ces substances étant humectée et moulue, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, devra être mêlée dans un vase de plomb avec la proportion déterminée d'acide sulfurique. Après les avoir bien remuées à différentes reprises, il faudra laisser reposer ce mélange au moins vingt-quatre heures pendant l'été, et trois fois ce temps-là en hiver. Après cela, il sera propre à être employé immédiatement (1) de la manière indiquée ci-après.

---

(1) Si on n'a pas besoin tout de suite du lac-lake ou du lac-dye combiné d'après le n° 2 avec l'acide sulfurique, il

On peut compter les frais, sans y comprendre ceux de mouture, à 20 centimes par livre. Je distingue cette préparation de lac-lake ou de lac-dye par le n° 2. Deux à trois livres de lac-lake, suivant la qualité, et peut-être un peu moins de lac-dye, peuvent produire l'effet d'une livre de cochenille; mais, pour donner la plus grande vivacité à la couleur, on devra employer à la teinture un sixième ou un huitième de plus de nitro-muriate d'étain, ou autre dissolution d'étain, qu'on n'en emploie avec la cochenille, parce que l'alumine, par laquelle la couleur du lac a d'abord été précipitée, et dont une partie a été redissoute et retenue par l'acide sulfurique employé dans l'opération que nous venons de décrire, donnerait à la couleur une teinte de cramoisi, à moins que l'oxide d'étain ne soit appliqué en si grande quantité, qu'il ne repousse, par son attraction supérieure, l'alumine, et ne l'empêche de se joindre à l'étoffe et à la matière colorante.

Il est très-reconnu que la couleur que l'on retire de la laque résiste à l'action des acides beaucoup mieux que la cochenille; indépendamment de cet avantage, l'écarlate peut être obtenue beaucoup mieux et à meilleur marché avec cette substance par une seule opération. A cet effet, il faut mettre dans un vase d'étain (*block-tin*) une quantité suffisante d'eau douce et pure, à laquelle on ajoute une livre de tartre net, ou, ce qui vaut mieux, de

---

peut être conservé pendant plusieurs mois sans perdre aucune de ses propriétés; cependant chacun d'eux, conservé dans un état d'humidité, sans acide sulfurique, donnerait bientôt des signes de putridité, surtout dans un lieu chaud.

crème de tartre en poudre, pour chaque 10 livres d'étoffe, avec autant, soit d'écorce de quercitron en poudre et mise dans un sac, ou bien du *rhus cotinus* (fustet), mis en copeaux et aussi enfermé dans un sac : ces derniers ingrédiens produiront une quantité suffisante de couleur jaune. Ayant porté cette composition jusqu'au degré d'ébullition, il faut y ajouter le nitro-muriate d'étain (1) ou toute autre solution de ce métal, avec une quantité convenable de la couleur de lac n° 1, ou de celle n° 2. Ce mélange étant bien effectué, l'étoffe, préalablement nettoyée et humectée, devra être jetée dans le bain et tournée dedans avec une manivelle, ainsi que cela se pratique ordinairement, jusqu'à ce qu'elle ait acquis assez de consistance et de vivacité dans la couleur ; ce qui arrive ordinairement dans une heure si la liqueur est constamment en état d'ébullition. Si la quantité de couleur de lac n° 1 ou de celle n° 2 est reconnue insuffisante, il faut en ajouter davantage, en commençant d'abord par tourner l'étoffe sur la manivelle de manière à la sortir de la teinture, jusqu'à ce que cette addition ait été bien faite et bien mêlée dans le bain ; alors on remet l'étoffe et on procède comme auparavant. Mais, pour obvier à de telles interruptions, il vaut mieux employer, pour chaque opération, un peu plus de la couleur de lac que celle qui paraît nécessaire, d'autant que le superflu

---

(1) Si les matières colorantes du lac-lake sont rendues solubles à l'aide de l'acide muriatique au lieu de l'acide sulfurique, le nitro-muriate d'étain ne peut pas être employé, parce qu'il produirait le mauvais effet décrit page 473 de mon second volume sur les couleurs.

servira, sans aucune perte, pour les autres pièces d'étoffe qui seraient teintes dans la suite.

Quand une opération est finie et que l'étoffe a été retirée et lavée, ainsi qu'on a coutume de le faire, on remet dans la même teinture les portions nécessaires de tartre, de quercitron ou de fustet, ainsi que de la couleur de lac n° 1 ou n° 2, comme on a déjà fait, et on procède à la teinture d'autres pièces. On continue à teindre jusqu'à ce que le bain de teinture devienne si trouble et si chargé des parties insolubles du lac-lake ou du lac-dye qu'il ne soit plus propre à rien : cela arrivera après un petit nombre d'opérations si la préparation n° 2 est seule employée ; mais cela n'arrivera pas si vite avec la solution n° 1 si on l'emploie seule. Cependant le bain ou la liqueur teignante ne doit, dans tous les cas, être jeté que lorsque la matière colorante a été complètement épuisée et absorbée par l'étoffe. Si on jugeait convenable de neutraliser une partie (1) de l'acide sulfurique employé dans la préparation n° 2, afin d'éviter la rudesse que les acides sont toujours supposé donner aux étoffes, on peut pendant l'opération mêler avec la teinture, de temps en temps et peu à peu, une livre et demie ou tout au plus 2 livres de carbonate de soude par chaque livre d'acide sulfurique employée. Le sulfate de soude améliorera plutôt qu'il n'endommagera l'écarlate produite avec la liqueur qui le contient ; ce qui ne serait pas le cas si

(1) Si le tout, au lieu d'une partie de ces acides, était ainsi neutralisé, la matière colorante ne ressortirait pas aussi complètement dans la chaudière, et ne pénétrerait l'étoffe ni si parfaitement ni si à fond.

le muriate de soude ou quelque autre sel neutre se formait ; et c'est une raison de plus pour préférer l'acide sulfurique à l'acide muriatique. Dans ce pays, ainsi que dans ceux où le prix de l'acide muriatique n'est pas beaucoup augmenté par les droits sur le sel marin, le muriate d'étain peut remplacer, à beaucoup moins de frais et sans aucun dommage pour l'étoffe, le nitro-muriate d'étain ou la dissolution ordinaire des teinturiers ; ce qui provient de ce que l'acide sulfurique employé dans la préparation n° 1 et n° 2 convertit le muriate en murio-sulfate d'étain ; préparation facile, inventée par moi depuis plus de vingt ans, et que plusieurs teinturiers de la Grande-Bretagne emploient à ma recommandation, sous différentes dénominations et avec avantage. Lorsque l'acide muriatique, que je suppose pur ou ne contenant qu'un peu de fer, et ayant 1,16 ou 1,17 de densité, a été complètement saturé avec l'étain (1), 12 livres de cette solution suffiront pour teindre 100 livres d'étoffe.

Si, au lieu de l'opération *simple* que nous venons de décrire, on préférait la double dont on se sert avec la cochenille (quoique je pense qu'on ne puisse pas y trouver de l'avantage), je conseillerais aux teinturiers de

---

(1) Si le muriate d'étain est employé dans un bain qui ne contient aucun superflu d'acide sulfurique ou autre, le muriate ne sera pas complètement saturé, d'après les raisons qu'on trouvera à la page 471 de mon premier volume sur la Philosophie des couleurs fixes. Mais ce n'est pas le cas lorsque le muriate d'étain est employé avec le lac-lake ou le lac-dye, dissous ou rendu soluble par l'acide sulfurique.

commencer par mettre dans l'eau contenue dans la chaudière la moitié du tartre, ainsi que de la solution d'étain et de la préparation n° 1 ou de celle n° 2, dont on a besoin, et en même temps une portion convenable d'écorce de quercitron en poudre, ou, à sa place, de fustet en copeaux enfermés dans un sac. Après avoir mêlé tout cela et porté la liqueur à l'état d'ébullition, on y mettra l'étoffe en la retournant pendant l'espace de trois quarts d'heure, ou jusqu'à ce que la matière colorante contenue dans la teinture ait été épuisée : alors l'étoffe, étant retirée, doit être mise, *non lavée*, dans une autre chaudière remplie préalablement d'eau et des matières restantes, ou de l'autre moitié du tartre, de la solution d'étain et de la couleur de lac (n° 1 ou n° 2), bien mêlées ensemble et portées à l'état d'ébullition : après ce bain, l'opération doit être finie. Chacune des liqueurs restantes après ces différentes opérations peut être de nouveau employée de la même manière, après avoir été renforcée par des portions convenables des divers ingrédiens déjà dénommés, et on peut ainsi successivement teindre d'autres pièces d'étoffes jusqu'à ce que, étant chargée des parties inutiles de la préparation n° 2, elle ne puisse plus être bonne à rien.

Si on ôte la 4ᵉ partie de la solution n° 1 ou de la préparation n° 2, et qu'on ajoute, *vers la fin du procédé*, un quart d'once de cochenille pour chaque livre d'étoffe qu'on veut teindre, on obtiendra une couleur égale en vivacité et en beauté à l'écarlate entièrement teinte avec de la cochenille.

Lorsqu'on teint une étoffe avec le lac-lake, dans le dessein de changer ensuite sa teinte en un rose vif, en

cramoisi ou en pourpre, il ne faut employer ni le quercitron ni le fustet, ni plus de la moitié de la quantité ordinaire de tartre. L'étoffe teinte sans les ingrédiens ci-dessus dénommés doit ensuite être bien lavée et mise dans un vase propre avec de l'eau chaude dans laquelle une portion modérée de carbonate de soude aura été dissoute, ou avec de l'eau imprégnée d'ammoniaque. Si on désire avoir une couleur plus *décidément* pourpre que celle qu'on obtient par ce procédé, il faut ajouter au bain ou à la liqueur alcaline dont nous venons de parler un peu d'orseille, et procéder comme à l'ordinaire.

Mais comme la couleur d'orseille n'est pas suffisamment durable, des teintes, participant plus ou moins du pourpre, d'une beauté et d'une durée suffisantes, peuvent être obtenues *en premier lieu* en ajoutant à la teinture composée des préparations n° 1 et n° 2, ou de chacune d'elles, une portion convenable d'une décoction de bois de campêche. Cette addition n'a cependant pas besoin d'être faite avant la fin de l'opération; et quand on a le projet d'ajouter ainsi du bois de campêche, il ne faut employer ni écorce de quercitron ni fustet; mais le tartre, rendant la couleur de campêche plus durable, sera nécessaire, et la solution d'étain sera indispensable. Cependant il faut bien prendre garde de tourner l'étoffe dans le bain autour de la manivelle avant que le campêche y soit ajouté et bien mêlé avec la liqueur.

Si l'on teint une étoffe avec l'une des préparations n° 1 ou n° 2, qu'on ajoute au bain de la chaux pulvérisée en quantité suffisante pour neutraliser l'acide, et qu'on fasse bouillir un quart d'heure, on peut obtenir un bon cramoisi sans aucune solution d'étain ou autres ingré_

rence des quantités de chaleur que développent deux volumes égaux d'air atmosphérique soumis respectivement à ces pressions, en passant d'une température donnée à une même température inférieure, la plus petite de ces quantités de chaleur et la plus petite de ces pressions étant prises pour unités.

Désirant de comparer ce théorême à l'expérience, j'ai heureusement trouvé les données d'observation qu'il suppose, parmi les nombreux résultats du travail intéressant de MM. La Roche et Bérard sur la chaleur spécifique des gaz. Ces habiles physiciens ont mesuré les quantités de chaleur qui dégagent, par un abaissement de température d'environ 80 degrés, deux volumes égaux d'air atmosphérique; l'un comprimé par le poids de l'atmosphère, l'autre comprimé par ce même poids augmenté de trente-six centièmes. Ils ont trouvé que la chaleur dégagée, relative à la plus grande pression, était 1,24; la chaleur relative à la plus petite pression étant l'unité. Il faut donc, suivant le théorême précedent, pour avoir la vitesse réelle du son, multiplier la vitesse déduite de la formule de Newton par la racine carrée du rapport de 36 centièmes à 24 centièmes, ou par la racine de $\frac{3}{2}$. A la température de six degrés, cette formule donne $282^{\mathrm{me}},42$ pour l'espace que le son doit parcourir dans une seconde sexagimale. En la multipliant par $\sqrt{\frac{3}{2}}$, cet espace devient égal à $345^{\mathrm{me}},35$. Les académiciens français l'ont observé de $337^{\mathrm{me}},18$. La différence de ces deux résultats peut tenir à l'incertitude des expériences; mais la petitesse de cette différence établit, d'une manière incontestable, que l'excès de la vitesse observée du son sur sa vitesse calculée par la formule newto-

nième, est dû à la chaleur latente que la compression de l'air développe.

Il résulte de ce qui précède que, la pression étant constante, si l'on augmente un volume donné d'air en élevant sa température, et qu'ensuite on le réduise par la compression à son volume primitif, il dégagera par cette compression un tiers de la chaleur employée. Il est à désirer que les physiciens déterminent, par des expériences directes, le rapport des chaleurs spécifiques de l'air à pression constante et de l'air à volume constant; rapport que nous venons de trouver égal à 1, 5. La vitesse du son, observée par les académiciens français, donne 1,4254 pour ce rapport : peut-être, vu la difficulté des expériences directes, cette vitesse est le moyen le plus précis de l'obtenir.

J'ai conclu (page 166, Cahier d'octobre) les vitesses du son dans l'eau de pluie et dans l'eau de mer égales à $2642^{me},8$ et $2807^{me},4$ par seconde sexagésimale, en partant des expériences de Canton sur la compression de ces liquides, et en n'ayant égard qu'à la diminution linéaire des dimensions du volume comprimé. J'ai reconnu qu'il faut considérer la diminution totale de ce volume, et qu'ainsi les nombres précédens doivent être divisés par $\sqrt{3}$, ce qui les réduit à $1525^{me},8$, et $1620^{me},9$; en sorte que la vitesse du son dans l'eau douce est quatre fois et demie plus grande que dans l'air.

MÉMOIRE

Sur le rapport de la mesure appelée pouce de fontainier *avec* l'once d'eau romaine *moderne, et le* quinaire *antique ; et sur la détermination d'une nouvelle unité de mesure, pour la distribution des eaux, adaptée au système métrique français.*

PAR M. DE PRONY.

(Lu à l'Académie des Sciences le 23 décembre 1816.)

Je fus invité, il y a quelques années, à présenter des vues sur la détermination d'une nouvelle unité de mesure applicable à la distribution des eaux, propre à remplacer celle qui est connue sous le nom de *pouce de fontainier* ou *pouce d'eau*. Cette nouvelle unité devait être adaptée au système métrique décimal, et il était important de la rendre exempte des reproches qu'on fait, avec raison, au *pouce de fontainier*. J'imaginai en conséquence, pour faire les expériences qu'exigeait sa détermination, un appareil différent de ceux qu'on avait appliqués jusqu'alors à l'évaluation des dépenses d'eau par les orifices et les ajutages, et avec lequel je pense qu'on peut entreprendre les observations les plus délicates, relatives à la mécanique et à la physique des fluides.

Je donnerai, ci-après, la description de cet appareil et les résultats auxquels mes expériences m'ont conduit; et je vais d'abord entrer dans quelques détails sur des objets intimement liés à la question que j'ai eu à résoudre.

§ Ier. *Considérations générales sur l'espèce d'unité qui est applicable à la distribution des eaux.*

Lorsqu'on a exécuté les travaux nécessaires pour amener des eaux dans une ville, et qu'on a construit les châteaux d'eau et les bassins dans lesquels ces eaux doivent être recueillies, il reste à se procurer les moyens les plus sûrs et les plus commodes pour répartir ces eaux aux différens quartiers et à leurs habitans, dans des proportions données. Cette répartition se réduit toujours à faire arriver à différens points de la surface du sol de la ville des quantités d'eau déterminées pendant des temps pareillement déterminés, avec la condition que les mêmes fournitures d'eau seront reproduites à chaque renouvellement des mêmes périodes de temps.

On satisfait à ces conditions, soit par des écoulemens d'eau continus, soit par des remplissages de réservoirs faits à des époques fixes, et l'on voit que la notion de mesure, quand il s'agit de la distribution des eaux, se compose de l'idée d'un certain *volume* de fluide et de celle du *temps* pendant lequel ce fluide peut s'échapper d'un réservoir, par un mode déterminé d'écoulement.

L'usage constant de tous les peuples qui ont été dans la nécessité de donner l'eau par *concessions* a été d'avoir un type de mesure de *temps* et de *volume*, et qui par là diffère notablement des autres unités relatives soit à l'étendue, soit aux monnaies et aux poids.

Le type dont nous parlons manque au nouveau système métrique français, et c'est une addition à y faire pour rendre ce système complet.

Un objet très-important, relativement à ce type, est la détermination du mode général d'écoulement qui doit être employé pour assurer la fourniture d'un volume d'eau déterminé dans un temps pareillement déterminé. L'usage constamment suivi à cet égard a été de rendre l'eau stagnante dans un bassin ou réservoir, et le type, ou unité de concession d'eau, est donné par un orifice circulaire d'une certaine grandeur, pratiqué à la paroi plane et verticale de ce bassin; cet orifice ayant sur son centre une certaine charge d'eau qui s'écoule par un ajutage cylindrique d'une certaine longueur, dont l'axe est perpendiculaire au plan de la paroi, et dont le diamètre intérieur est égal à celui de l'orifice.

Ainsi, lorsqu'on est convenu de la relation entre un certain volume d'eau et la durée de son écoulement qui constitue l'unité de distribution de l'eau, on a à déterminer trois choses pour obtenir cette relation, savoir, le diamètre de l'orifice circulaire à percer dans une paroi plane et verticale; la charge d'eau constante sur le centre de cet orifice, et la longueur de l'ajutage.

Il est convenable d'employer immédiatement cet écoulement par orifice et ajutage quand il s'agit des eaux à distribuer dans les habitations pour la boisson et les autres usages privés; et c'est sur la considération de ces besoins individuels que doit naturellement être établie l'unité de distribution : quant aux eaux à concéder en grandes masses pour les irrigations, le mouvement des machines, le nettoiement des rues et des cloaques, etc., on a d'autres moyens de les distribuer dans des proportions données; mais les quantités de ces eaux concé-

dées doivent toujours se rapporter à l'unité fondamentale.

§ II. *Du* Pouce de fontainier ; *défauts de ce type de mesure ; évaluation de son produit absolu.*

Le *pouce d'eau* ou *pouce fontainier*, considéré quant au moyen mécanique de l'obtenir immédiatement, est la quantité d'eau que fournit un orifice circulaire d'un pouce de diamètre, percé dans une paroi verticale, avec une charge d'eau de 7 lignes sur le centre, ou d'une ligne sur le sommet ou point culminant de l'orifice.

Un premier vice très-grave de ce type de mesure est de laisser la longueur de l'ajutage ou l'épaisseur de la paroi absolument indéterminée ; ainsi, en perçant les trous d'un pouce de diamètre dans une planche de métal de 2 ou 3 lignes d'épaisseur, ou dans une planche de bois de 12 ou 15 lignes, on doit avoir et on a en effet des produits différens. Un autre vice non moins fâcheux est la petitesse de la charge, soit sur le centre, soit sur le point culminant, qu'il est presque impossible de régler à sa juste valeur, et qui cependant, pour peu qu'elle soit altérée, influe sensiblement sur le produit. J'ai parlé plus en détail, dans un Mémoire sur le jaugeage, de ces défauts auxquels il faut attribuer principalement les variétés qui existent dans les diverses mesures du produit d'un *pouce d'eau*. Ce produit étant à peu près de 14 pintes par minute, et la pinte contenant environ 48 pouces cubes, on est assez généralement convenu de faire du *pouce d'eau* une mesure purement nominale de 672 pouces cubes par minute, équivalant à 560 pieds cubes, ou $19^{\text{m. cube}}$,2, en vingt-quatre heures.

§ III. *Rapport du* pouce de fontainier *avec l'*once d'eau *romaine ; conjecture sur l'identité de cette dernière mesure avec le* quinaire *antique , et sur l'origine de la mesure française.*

Je me suis beaucoup occupé des eaux et des aqueducs de Rome pendant un séjour de plus de deux ans que j'ai fait, à deux époques, dans les États romains, d'abord en 1806 et ensuite en 1810 et 1811. Je ferai part à l'Académie de mes recherches sur cette matière dans un Mémoire particulier, dont je vais extraire quelques détails relatifs à l'objet que je traite aujourd'hui, et sur lesquels je pense qu'on n'a rien publié.

Je commencerai par la détermination du produit de ce qu'on appelle à Rome une *once d'eau*. La presque totalité des concessions qui y sont faites aux établissemens publics, et aux particuliers, est fournie par trois aqueducs, savoir : l'aqueduc antique dont l'eau s'appelait *aqua virgo*, qui alimente la belle fontaine de Trevi, et arrive à une petite hauteur au-dessus du Tibre; l'aqueduc construit par Trajan l'an 112 de notre ère, et qui alimente la fontaine Pauline, sur le *Janicule*, placée à une hauteur au-dessus des basses eaux du Tibre, que j'ai trouvée, par un nivellement barométrique, de 64 mètres (une partie de son eau fait mouvoir plusieurs usines) ; et l'aqueduc construit ou restauré par le pape Sixte V, pour conduire l'eau appelée *aqua felice* sur le mont Quirinal, à une hauteur au-dessus de l'étiage du Tibre, que j'ai aussi mesurée barométriquement, et qui est de 54 mètres.

Je n'ai pas appris sans surprise que l'*once d'eau* dérivée du premier aqueduc avait une valeur absolue dou-

ble de celle de la mesure de même dénomination des eaux fournies par les deux autres ; et voici le motif probable de cette singularité : le prix des eaux des fontaines Pauline et Félice est, à égale quantité, double de celui de l'eau de la fontaine de Trevi, et, pour conserver une valeur nominale, au prix de l'unité de distribution d'eau, commune à toutes les fontaines, on s'est avisé d'établir les valeurs absolues de ces unités en raison inverse des valeurs monétaires des eaux.

La grande *once* ou *once de Trevi* est fournie par un orifice dont le diamètre est de $\frac{1}{12}$ de palme romaine moderne, sous-division qui s'appelle *once* (le palme équivaut à $0^{m},2234$, et l'once à $0^{m},0186$), orifice auquel doit être adapté un ajutage de $\frac{5}{4}$ de palme, avec une charge d'eau sur le centre qui est aussi de $\frac{5}{4}$ de palme ou de $0^{m},2792$.

J'ai répété plusieurs fois les opérations nécessaires pour connaître les produits de l'une ou de l'autre des *onces* dont je viens de parler ; M. Mallet, ingénieur en chef du corps royal des ponts et chaussées, m'a communiqué les résultats de celles qu'il a exécutées en 1809. Les produits conclus de ces diverses opérations diffèrent peu entre eux ; mais celui qui m'inspire le plus de confiance est déduit de six expériences que j'ai faites avec M. Vici, directeur des eaux de Rome, le 20 février 1811, et desquelles j'ai conclu que l'*once* d'eau de Trevi donnait un produit de 41,16 mètres cubes en vingt-quatre heures. Le produit de l'*once d'eau* des fontaines Pauline et Félice est donc de 20,58 mètres cubes pendant le même temps, et excède de 1,38 mètres cubes ou $\frac{1}{15}$ environ le produit du pouce d'eau français.

Je donnerai, dans le Mémoire que j'ai annoncé précédemment sur les eaux et les aqueducs de Rome, la description des expériences et le détail des calculs.

L'Académie n'entendra peut-être pas sans intérêt quelques conjectures sur la comparaison entre l'once d'eau romaine et les mesures antiques de même espèce; on chercherait vainement ce rapprochement dans les auteurs qui se sont occupés de la concordance des mesures anciennes et modernes, et qui ont omis complètement celles qui se rapportent à la distribution des eaux.

Frontinus, intendant des eaux de Rome sous Nerva et Trajan, et auteur du seul Traité ancien que nous ayons sur les aqueducs romains, parle avec beaucoup de détail des formes et des grandeurs des divers orifices employés de son temps pour fixer les quantités d'eau concédées. Ces orifices étaient, relativement à leurs grandeurs, au nombre de 25; mais l'usage habituel en avait particulièrement consacré 15; celui d'entre eux auquel se rapportait le type ou unité de distribution était circulaire avec un diamètre égal à $\frac{5}{4}$ de doigt; ce qui lui avait fait donner le nom de *quinaire*. Les noms des orifices étaient, en général, dérivés du nombre de quart de doigt, ou de 64es parties du pied romain antique que contenait le diamètre : la longueur de ce pied, telle que je l'ai déduite des distances entre les bornes milliaires antiques de la voie Appia, dans la traversée des marais Pontins, est de $0^m,2961$; évaluation qui ne diffère de celle de Romé de Lisle que de $\frac{4}{10}$ de millimètre, et qui donne, pour le doigt ou seizième du pied, $0^m,01841$.

Frontinus dit que la longueur de l'ajutage ou *calice* ne doit pas être moindre de 12 doigts ($0^m,221$); il recom-

mande scrupuleusement différentes précautions qu'on doit prendre pour donner à cet ajutage la position convenable, et on est étonné qu'avec des attentions aussi délicates sur cet élément de l'écoulement, il passe absolument sous silence la charge d'eau sur l'orifice, qui a une influence encore plus grande sur la dépense.

Après avoir parcouru son *Traité* avec soin, et avoir lu les auteurs qui ont écrit sur les eaux et les aqueducs de Rome, tels que Poleni, Fabreti, Cassio, etc., je n'y ai trouvé aucun éclaircissement sur cette particularité du module antique de distribution. Il n'est cependant pas probable que la charge d'eau fût arbitraire, et il devait y avoir à cet égard un usage dont Frontinus n'a pas parlé; mais il paraît hors de doute qu'il n'avait qu'une idée vague des phénomènes qui tiennent à la vitesse des eaux tant comme cause que comme effets : on peut en juger par les jauges qu'il a faites et qu'il décrit au livre II de son *Traité*. Il y suppose les produits d'un même courant, à différentes sections, simplement proportionnels aux aires de ces sections. Une règle aussi fautive devait donner et donnait en effet des résultats fort extraordinaires, celui, par exemple, d'accuser une augmentation de produit lorsque des dérivations faites au-dessus du point de jauge devaient donner une diminution. Frontinus est parvenu à un semblable résultat sur l'aqueduc de l'*aqua virgo*, et s'en étonne beaucoup. J'ai jaugé cet aqueduc aux mêmes points que lui, et tout est rentré dans l'ordre en faisant entrer la vitesse en considération.

Considérant maintenant le rapport de l'once d'eau romaine moderne au quinaire antique, j'observe que l'ori-

fice d'écoulement est sensiblement le même pour l'un et pour l'autre module, savoir : $0^m,0186$ pour l'once, et $0^m,0184$ pour le quinaire ; et les longueurs respectives des ajutages sont $0^m,28$ et $0^m,22$. Or, dans le module romain moderne, la charge sur le centre de l'orifice est égale à la longueur de l'ajutage : n'est-il pas naturel de penser que ce rapport d'égalité existait aussi dans le module ou quinaire antique, et qu'on a un peu altéré la longueur absolue pour qu'elle contînt un nombre exact de parties aliquotes de l'unité linéaire moderne ?

Dans cette hypothèse, et en considérant les orifices comme égaux, l'once romaine d'eau moderne serait au quinaire antique à peu près dans le rapport de 53 à 47 ; mais le rapport effectif est, selon toute apparence, plus près de l'égalité que ce rapport conclu, puisque Frontinus ne donne les 12 doigts de l'ajutage que comme le minimum de la longueur qu'il doit avoir. En partant de ces déterminations, qui ne sont probablement pas très-éloignées de la vérité, on trouvera de grands mécomptes dans certaines évaluations des eaux romaines qui ont été rendues publiques.

L'once d'eau est ainsi une imitation ou une copie approchée du quinaire antique ; le pouce de fontainier me paraît être une imitation beaucoup moins heureuse de la petite once romaine. Je suppose que les inventeurs du module français, ayant considéré que le diamètre de l'orifice qui donne l'once était la 12e partie de l'unité linéaire romaine, ont voulu, par analogie, donner au diamètre de leur orifice la 12e partie de l'unité linéaire française, c'est-à-dire, un pouce ; mais cette analogie, étendue à la charge sur le centre de l'orifice, aurait

fait cette charge de 15 pouces; ce qui n'était pas praticable, vu l'excessive grandeur de produit qui en serait résultée. Ils ont donc pris le parti de conserver le produit absolu de l'once romaine, et ont cherché quelle était la charge sur le centre de l'orifice circulaire d'un pouce, par laquelle on obtenait ce produit; et voilà ce qui explique, si mes conjectures sont fondées, le peu de différence qui existe entre le pouce de fontainier et la petite once romaine, différence qui a pu paraître nulle dans des expériences faites avec des appareils qui ne donnent qu'une exactitude médiocre. Mais les inventeurs du module français ont méconnu les bons principes en n'ayant aucun égard à la longueur de l'ajutage sagement fixée dans le module romain; et de plus, en augmentant considérablement l'orifice par une analogie mal entendue, ils se sont mis dans la nécessité d'avoir une charge beaucoup trop petite; en sorte que le procédé de jauge français est à tous égards très-inférieur au romain tant ancien que moderne.

§ IV. *De la relation entre la population d'une ville et la quantité d'eau qu'il faut tenir disponible pour les usages privés des habitans de cette ville.*

J'ai dit qu'il était convenable d'appliquer immédiatement l'appareil qui donne le module de distribution des eaux à la répartition de la portion de ces eaux qui est spécialement destinée aux usages privés des habitans; ce qui fait dépendre la valeur absolue de ce module de la quantité d'eau par tête d'habitant qu'il est convenable de donner.

On a agité cette question sans mettre une attention suffisante à l'indétermination de sa solution. La quantité d'eau à distribuer par tête est relative au degré de salubrité, d'humidité ou de sécheresse d'un pays, et à d'autres circonstances qui tiennent aux mœurs et aux habitudes, aux temps et aux lieux; c'est même d'après quelques-unes de ces dernières circonstances que l'exemple de Rome serait peu applicable à Paris et en général aux villes modernes. Rome, pendant les quatre premiers siècles qui ont suivi sa fondation, n'avait qu'un petit nombre de fontaines auxquelles on avait lié des idées religieuses, vraisemblablement pour assurer davantage leur conservation et leur entretien, et des puits d'eau saumâtre : il est vrai que, dans ces premiers temps, une grande partie des habitans occupait les quartiers bas de la ville et avait les eaux du Tibre à sa disposition; mais comme ces eaux sont toujours extrêmement troubles, même en temps d'étiage, elles devaient être peu estimées d'une population ignorante qui jugeait de la bonté des eaux par leur limpidité. Ce fut l'an 441 qu'Appius fit construire le premier aqueduc; la puissance, la richesse, la population et le luxe, qui augmentèrent ensuite avec une progression rapide, donnèrent des besoins d'eau tels que, sous Trajan, il existait neuf aqueducs qui ont été décrits par Frontinus, et qui fournissaient, d'après le relevé qu'il en fait, 14018 quinaires d'eau, non compris les pertes occasionnées par les infidélités des surveillans et les dilapidations dont l'intendant des eaux se plaint amèrement. Ces 14018 quinaires donneraient, d'après les concordances que j'ai précédemment établies entre les modules antiques et modernes, un produit, en vingt-

quatre heures, de 24868 pouces de fontainier, ou 477466 mètres cubes d'eau par jour ; quantité d'eau à peu près double de celle que doit fournir le canal de l'Ourcq, valeur moyenne. A cet immense produit s'est réuni celui de cinq autres aqueducs construits après Frontinus, de manière que, dans le premier siècle de notre ère, quatorze aqueducs amenaient à Rome le tribut de leurs eaux : jamais ville n'en fut aussi abondamment pourvue, et l'augmentation progressive de ces eaux a eu lieu dans une proportion beaucoup plus grande que celle de l'augmentation de la population. Mais il faut considérer qu'indépendamment de l'excès du luxe qui était la suite d'une richesse démesurée, l'usage général des bains suffisait déjà pour rendre les besoins d'eau individuels des habitans beaucoup plus grands qu'ils ne sont à présent. On sait d'ailleurs avec quelle immense prodigalité l'eau était dépensée pour les habitations des empereurs, les naumachies, et en général les objets de magnificence publique.

La Rome moderne, avec les trois aqueducs qui lui restent et quelques autres ressources, a encore un produit d'environ 150000 mètres cubes par jour. Je donnerai sur cet objet, dans le Mémoire que j'ai annoncé précédemment, les résultats des observations et des opérations que j'ai faites sur les lieux, et je chercherai à éclaircir les questions relatives aux eaux et aux aqueducs de Rome ancienne et moderne.

On a reconnu qu'à Paris une famille composée de dix individus consommait, valeur moyenne, chaque jour, 3 voies ou environ 70 litres d'eau ; ce qui donne 7 litres par tête, et, dans l'hypothèse d'une population de

600,000 âmes, une consommation totale de 4200 mètres cubes par jour : or, en relevant, dans les *Recherches sur les eaux publiques de Paris* de notre confrère M. Girard, les diverses distributions qui se font dans les établissemens publics, on trouve :

	Pouces de fontainier.	Mètres cubes en 24 heures.
Sources du pré Saint-Gervais.	9	172,80
Sources de Belleville et Mesnil-Montant.	6	115,2
Aqueduc d'Arcueil	50	960,0
Pompe Notre-Dame.	49	940,8
Pompe à feu de Chaillot.	217	4166,4
Pompe à feu du Gros-Caillou.	70	1344,0
Porteurs à la bretelle	32	614,4
TOTAL.	433	8313,6

Voilà donc une distribution double, à peu près, de celle qui serait strictement nécessaire pour les besoins privés, et qui, si elle était réellement et également répartie aux habitans de la capitale, leur donnerait à peu près 14 litres par tête. Deparcieux portait la fourniture exigible à un pouce d'eau par mille habitans; ce qui fait environ 20 litres par tête : cette quantité nous paraît excéder de beaucoup les besoins individuels dans un climat salubre comme celui de Paris, et nous pensons qu'il serait suffisant d'y porter les 7 litres réellement consommés à 10 ; mais il est d'autres villes, telles, par exemple, que celle de Rochefort, où une beaucoup plus grande quantité d'eau potable devient nécessaire, et on peut prendre la règle de Deparcieux comme une limite qui fixe le maximum de distribution applicable aux besoins privés.

Il ne faut pas perdre de vue que ces déterminations, se rapportant spécialement aux besoins privés des habitans, besoins sur la considération desquels l'unité fondamentale de distribution doit, ainsi que je l'ai déjà dit, être établie, sont indépendantes des quantités d'eau dont il faut faire l'émission en grandes masses pour les objets d'utilité et de décoration publiques, pour les arts, manufactures, etc.

Je conclus, de ces faits et de ces observations, que, prenant en nombres ronds le produit de 20 mètres cubes d'eau en vingt-quatre heures pour la valeur du pouce d'eau, il me paraît assez convenable de faire de ce produit journalier, applicable, dans les cas extrêmes, à la consommation privée de 1000 habitans, le module ou unité de distribution. Nous nous trouvons ainsi ramenés à la petite once d'eau romaine moderne, ou au demi-quinaire antique, dont le pouce de fontainier n'est qu'une imitation grossière; et nous avons cet avantage qu'en introduisant dans notre système métrique décimal la nouvelle unité qui lui manque, les différens nombres composés de cette unité correspondront à très-peu près aux mêmes nombres de pouces de fontainier.

La dernière question à résoudre relativement à l'objet de ce Mémoire est donc celle de trouver la grandeur de l'orifice, la charge sur son centre et la longueur de l'ajutage, qui donneront l'appareil le plus commode et le plus exact dans la pratique pour débiter 20 mètres cubes d'eau en vingt-quatre heures.

§ V. *Description de l'appareil employé dans les expériences relatives à la détermination de la nouvelle unité de distribution des eaux.*

J'ai dit qu'ayant été invité à présenter des vues sur la fixation d'une nouvelle unité de distribution des eaux, j'avais imaginé un appareil pour les expériences que ce genre de recherches exigeait : cet appareil a des propriétés qui peuvent intéresser les hydrauliciens et les physiciens, et j'ai pensé qu'il leur serait agréable d'en trouver ici la description. J'ajouterai que je vais le décrire tel qu'il doit être, des raisons d'économie m'ayant forcé de simplifier celui que j'ai fait exécuter.

Un réservoir de plomb, enfermé dans une auge de bois, a 10 à 11 décimètres de profondeur sur 2 ou 3 mètres de dimension horizontale dans un sens, et un mètre dans l'autre sens. L'espace intérieur de ce réservoir est divisé en trois parties, par deux cloisons perpendiculaires à la face la plus large, et qui s'élèvent jusqu'à un décimètre environ au-dessous de son bord supérieur, de manière que lorsque l'eau n'est qu'à 3 ou 4 centimètres de ce bord, elle se répand dans la partie supérieure du réservoir comme s'il n'y avait pas de cloisons.

L'espace du milieu, borné de deux côtés par ces cloisons, doit avoir au moins un mètre dans toutes les dimensions. Il n'est pas absolument nécessaire que les deux autres espaces soient aussi grands que celui du milieu; mais ils doivent être égaux entre eux. Sur une des faces de l'espace du milieu qui fait partie de la grande face du réservoir, la paroi de plomb est remplacée par une planche de cuivre de 8 à 10 centimètres de largeur et d'une

hauteur égale à celle du réservoir, percée de plusieurs trous auxquels s'adaptent les pièces servant aux écoulemens, et dont les centres sont dans une même verticale. Ceux de ces trous dont on ne fait pas usage pour les expériences sont bouchés par des plaques de cuivre serrées avec des vis, et rendues parfaitement étanches par le moyen de cuirs gras placés entre ces plaques et la planche de cuivre. A celui de ces trous qui est employé pour l'expérience s'adapte une plaque particulière qui est disposée ou pour l'écoulement en mince paroi, ou pour recevoir un ajutage.

Jusqu'ici on ne voit rien de bien particulier dans la pièce décrite que la division de sa capacité intérieure en trois espaces; mais voici ce qui distingue spécialement l'appareil de tous ceux qu'on a employés jusqu'à présent. Le réservoir étant supposé plein d'eau jusque vers son bord supérieur, deux flotteurs ou caisses prismatiques, supportées par cette eau, se trouvent enfoncés dans les espaces latéraux, c'est-à-dire, situés de part et d'autre de l'espace du milieu auquel correspondent les orifices. Ces flotteurs sont unis entre eux par une barre horizontale fixée à leurs parties supérieures, et se meuvent ainsi comme s'ils ne formaient qu'un seul corps; des verges verticales suspendues aux extrémités de cette barre horizontale servent à supporter par leurs extrémités inférieures un bassin placé au-dessous du grand réservoir, et dont la capacité intérieure doit être un peu plus grande que la somme des parties des volumes des deux flotteurs qui peuvent être immergés par suite de l'écoulement. On voit que les deux flotteurs et le bassin inférieur forment un système général supporté par l'eau

du réservoir, et d'un poids précisément égal au poids de l'eau déplacée par les flotteurs. Si donc, lorsqu'on opère l'écoulement dans une expérience, on fait entrer dans le bassin inférieur l'eau écoulée à mesure qu'elle s'écoule, le système flottant dont le poids s'augmente à chaque instant de celui de l'eau écoulée dans ce même instant, doit augmenter son déplacement d'un volume précisément égal à celui de cette eau, et par conséquent tenir constamment au même niveau la surface du fluide dans le résorvoir.

Voilà donc un moyen très-sûr de faire des expériences d'écoulement sous une charge constante, sans renouveler l'eau dans le réservoir; et, en faisant les espaces latéraux d'environ un mètre cube, on peut faire écouler plus d'un mètre cube et demi d'eau, quantité beaucoup plus considérable que celle sur laquelle on opère dans les appareils ordinaires.

Il est extrêmement commode et avantageux de se trouver ainsi dispensé d'avoir un réservoir auxiliaire ou un moyen quelconque de fourniture pour remplacer celle que dépense le réservoir d'expérience; mais les principales propriétés de mon appareil sont la rigoureuse conservation du niveau de l'eau et le calme de la masse en écoulement; c'est pour obtenir complètement ce dernier avantage que je fais immerger les flotteurs dans des espaces isolés du prisme d'eau qui fournit à l'écoulement, et il n'est pas douteux que cette circonstance, jointe à la lenteur et à la *continuité* de l'enfoncement des flotteurs, ne remplisse très-bien la condition dont il s'agit.

Quant à la conservation du niveau de l'eau, on s'en assure par le moyen d'un syphon qui communique avec

l'intérieur de la masse fluide : j'ai employé, concurremment avec ce syphon, un autre instrument propre à indiquer et à mesurer les plus petites variations de hauteur. Cet instrument est composé d'un petit flotteur suspendu à un fil qui s'enroule sur une poulie ; l'axe de cette poulie porte à son extrémité une aiguille qui se meut sur un cadran fixe et divisé, et le rapport du diamètre de la poulie à celui du cadran est tel que le mouvement vertical du flotteur est indiqué et mesuré à la précision de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

Un autre instrument me servait à mesurer la hauteur précise de l'eau au-dessus du centre de l'orifice par l'emploi d'une pointe d'ivoire mise en contact avec son image réfléchie par la surface du fluide, procédé analogue à celui dont on se sert pour faire arriver le mercure au zéro de la division des baromètres portatifs dont l'usage est le plus commun.

Enfin, je notais, dans chaque expérience, la température de l'eau, et j'avais sa densité par l'immersion de l'aréomètre de Deparcieux, qui a, comme on sait, une marche de 6 ou 7 décimètres lorsqu'il passe, sous une température commune, des eaux de puits aux eaux de pluie ou à l'eau distillée.

Je terminerai ce que j'ai à dire sur mon appareil en faisant observer qu'il fournit un moyen très-sûr, et le seul peut-être que l'art possède, pour obtenir un mouvement rigoureusement uniforme jusque dans les plus petites sous-divisions du temps ; et on aura ce mouvement en rendant les flotteurs exactement prismatiques. D'autres formes qu'on pourrait donner à ces flotteurs les feraient descendre avec des mouvemens variés arbitrai-

rement, suivant des conditions déterminées. Notre confrère M. Breguet pense qu'en substituant du mercure à l'eau, on pourrait appliquer mon idée à la construction de clepsydres d'un petit volume, et d'une exactitude très-supérieure aux instrumens de même espèce connus jusqu'à présent.

§ VI. *Résultats des expériences faites avec l'appareil ci-dessus décrit et relatives à la nouvelle unité de distribution d'eau. Nom par lequel on pourrait désigner cette nouvelle unité.*

J'ai fait pendant les années 1808 et 1809 beaucoup d'expériences avec l'appareil que je viens de décrire; je me bornerai à donner ici les résultats de celles qui sont relatives à la nouvelle unité de distribution d'eau, qui, ainsi que je l'ai établi précédemment, doit représenter un volume de 20 mètres cubes de fluide écoulé uniformément pendant vingt-quatre heures.

L'orifice qui donne l'once romaine moderne et qui donnait le quinaire antique, étant à peu près de 18 millimètres, et cette dimension étant reconnue bonne par une très-longue expérience, je me suis donné, *à priori*, un diamètre d'orifice qui, à la condition de contenir un nombre exact de centimètres, réunit celle de s'approcher le plus possible du diamètre de l'orifice romain : cette double condition est remplie par une longueur de 2 centimètres ou 20 millimètres. Il m'a ensuite été facile de m'assurer, par un calcul préliminaire, qu'une charge sur le centre de cet orifice de 5 centimètres donnerait un produit assez peu différent de 20 mètres cubes en vingt-

quatre heures, ou $0^{litre},23148$ en une seconde, pour qu'on pût obtenir ce produit juste en réglant convenablement la longueur de l'ajutage : or, par une circonstance heureuse, cette longueur s'est trouvée, d'après les expériences, comprise dans les limites de 1 et de 2 centimètres : en effet, j'ai reconnu, par un grand nombre d'épreuves faites tant sur l'eau de puits que sur l'eau de la Seine, que les produits par un ajutage d'un centimètre, rapportés à la durée d'une seconde, étaient, valeur moyenne, de $0^{litre},20790$, et que les produits correspondans par un ajutage de 2 centimètres étaient, valeur moyenne, de $0^{litre},24076$. L'ajutage intermédiaire auquel correspondait le produit demandé de $0^{litre},23148$ devrait, d'après ces nombres, être de 14 millimètres; mais, par des considérations relatives aux détails des expériences, et qui se rapportent particulièrement à celles que j'ai faites sur l'eau de la Seine, j'ai fixé la longueur de cet ajutage à 17 millimètres.

Cette petite longueur procure au nouvel appareil de jauge un avantage assez important sur l'appareil romain, en ce qu'elle permet de contenir l'ajutage dans l'épaisseur du bordage qui environne le réservoir de distribution, et qu'ainsi, d'une part, on n'a à craindre aucun des accidens qui peuvent résulter de la saillie de cet ajutage, et que, de l'autre, il est beaucoup plus aisé de tenir l'écoulement parfaitement libre et dégagé des matières qui peuvent obstruer les tuyaux d'une certaine longueur.

Ainsi, en dernier résultat, l'unité de distribution d'eau que je propose sera donnée, dans l'appareil du jauge, par un orifice circulaire d'un centimètre de rayon, chargé

sur son centre de 5 centimètres d'eau, l'écoulement ayant lieu par un ajutage de 17 millimètres de longueur.

Il reste à déterminer le nom par lequel on pourrait désigner cette nouvelle unité; les mots grecs qui se rapportent aux mots français *eau* et *mesure* se trouvant déjà employés en hydraulique et en physique dans des acceptions qui ne se rapportent pas exactement à l'idée qu'il s'agit d'exprimer, j'ai pensé qu'on pourrait adopter le mot français *module*, qui exprime en général le terme de comparaison d'une partie d'un tout avec ses autres parties, et qui est spécialement usité en architecture; en joignant ce mot au monosyllabe *eau*, on aura l'expression *module d'eau*, qui n'est ni dure ni longue à prononcer, et qui me semble propre à désigner la nouvelle unité à ajouter au système métrique décimal pour compléter ce système.

Extraits de Journaux.

Bibliothèque universelle, *août* 1816.

Recherches physiques sur l'Iode par le professeur Configliachi, extraites d'un Mémoire lu à l'Institut royal d'Italie.

M. Configliachi, ayant cru remarquer que l'iode ne se réduisait pas en vapeur de la même manière que la plupart des liquides, a entrepris des recherches sur les circonstances de sa vaporisation. Il est parvenu à des résultats si contraires à la théorie des vapeurs et si peu

vraisemblables, que nous aurions pu nous dispenser de les faire connaître, si l'attention que les auteurs de la *Bibliothèque universelle* leur ont donnée, et le nom de M. Configliachi, connu d'une manière bien avantageuse dans les sciences, ne nous imposaient, à l'égard de nos lecteurs, l'obligation de les discuter.

On savait, avant les recherches de M. Configliachi, que l'iode fond à 107° cent.; qu'il bout à 175 ou 180 degrés; qu'on peut le distiller très-aisément au moyen de la vapeur de l'eau bouillante; qu'il est odorant à une température ordinaire; qu'il se dissipe entièrement à l'air libre; qu'enfermé dans un flacon, il s'y volatilise peu à peu, et se condense, dans sa partie supérieure, en beaux cristaux octaèdres ou en lames rhomboïdales. On ne doutait point surtout que la vapeur de l'iode ne fût un véritable fluide élastique. Aujourd'hui il faudrait admettre, d'après les expériences de M. Configliachi :

1°. Que l'iode ne change pas graduellement d'état, comme la plupart des fluides dits, par cela même, évaporables, et qu'il n'a pas non plus la propriété de certaines substances principalement odorantes, qui se volatilisent en certaine proportion, même dans les basses températures; car ce n'est qu'à la température de 75° que la couleur de la vapeur de l'iode et son odeur sont bien sensibles;

2°. Que la vapeur de l'iode, même à 95°, n'a point de force élastique, quoiqu'elle soit très-visible, et que par conséquent la modification qu'éprouve l'iode aux environs de cette température n'est point un état élastique ou aériforme;

3°. Que la couleur violette de la vapeur de l'iode est

due au mélange de l'air avec les molécules très-atténuées de l'iode, sans être dans un état de répulsion ; car cette couleur est beaucoup plus intense dans l'air que dans le vide ;

4°. Enfin, que ces recherches conduisent naturellement à distinguer dans les corps volatils deux propriétés : l'une, la *vaporabilité ;* et l'autre, l'*évaporabilité*.

Nous avouerons cependant à M. Configliachi que ces quatre propositions ne nous paraissent pas solidement établies, et nous nous permettrons de lui faire part de nos doutes.

1°. Si la couleur de la vapeur de l'iode n'a été sensible pour lui qu'à la température de 75°, n'est-ce pas parce qu'il n'a considéré qu'une très-petite épaisseur de vapeur? On sait en effet que les corps transparens colorés, solides ou liquides, et à plus forte raison les fluides élastiques, paraissent incolores quand on les voit sous de très-petites épaisseurs. La couleur violette de l'iode se distingue aisément, à la température de 20°, dans un vase d'un litre de capacité, et, à une température inférieure, dans un vase plus grand. Son odeur ne saurait échapper à l'odorat le plus obtus, même à plusieurs degrés au-dessous de zéro, et sa volatilisation, déjà prouvée par cette dernière propriété, l'est encore de la manière la plus palpable par son entière dissipation à l'air. Quelles preuves faut-il de plus pour démontrer que l'iode change graduellement d'état et se réduit en vapeurs à toutes les températures ?

2°. Si M. Configliachi n'a pas trouvé de force élastique à la vapeur de l'iode, même à 95°, c'est sans doute parce qu'elle est encore peu considérable à cette tempé-

rature, et qu'elle n'a pas été mesurée avec assez de précision. En admettant que l'iode bout à 180°, il ne doit avoir, à 95°, qu'une tension de 12,4 millimètres, parce qu'il est éloigné, à ce terme, de 85° de son point d'ébullition, et que l'eau, à la même distance de 100°, a précisément cette tension. A la température de 60°, la tension n'est plus que d'environ un millimètre; et si M. Configliachi n'a pu la mesurer, son appareil étant très-imparfait, est-ce une raison pour admettre que la vapeur de l'iode n'est point élastique?

3°. De ce que la couleur de la vapeur de l'iode a paru plus intense à M. Configliachi dans l'air que dans un vide imparfait, s'ensuit-il qu'elle est due au mélange de l'air avec les molécules très-atténuées et sans force répulsive de l'iode? C'est dans un tube barométrique que cette substance a été réduite en vapeur, et l'intensité de sa couleur, appréciée au travers d'un tube de quelques millimètres de diamètre, a dû nécessairement paraître plus faible que dans l'air, où elle a été vue sous une épaisseur beaucoup plus considérable. En admettant que la vapeur violette de l'iode n'est plus un fluide élastique, comme le veut M. Configliachi, mais bien de l'iode très-divisé, comment conçoit-il qu'un corps près de 4000 fois plus dense que l'air peut s'élever dans ce fluide, y rester suspendu, et produire, par son mélange avec lui, cette belle vapeur qui caractérise l'iode?

4°. Si, enfin, les trois premières propositions de M. Configliachi ne peuvent être admises, n'est-il pas prudent d'attendre encore avant d'*admettre*, dans les corps volatils, deux propriétés *distinctes*, la *vaporabilité* et l'*évaporabilité*?

Les savans apprendront avec plaisir que M. P. Prevost espère pouvoir bientôt publier la *Physique mécanique* de G. L. Lesage.

Dans quelques états de l'Amérique septentrionale, la population se double en treize à quatorze ans, et, par une moyenne prise sur tous les états, en vingt à vingt-trois ans.

Les mines les plus abondantes dans les Etats-Unis sont celles de plomb et de fer; les mines de houille qui s'annoncent en plusieurs endroits n'ont été que faiblement exploitées. On a lieu de croire à l'existence de bancs de sel gemme qui, commençant à Onondaga, traversent de l'est à l'ouest l'état de New-York, puis les derrières de la Pensylvanie et de la Virginie, l'état de l'Ohio, etc., et atteignent enfin les déserts de la Louisiane. La présence et l'abondance du gypse ont créé une ère nouvelle en agriculture : on en a trouvé, dans l'état de New-Yorck, non-seulement pour la consommation du pays, mais on en envoie annuellement de dix à quinze mille tonnes en Pensylvanie.

On a disputé si le miel était indigène en Amérique : il semble que la question est résolue par le passage suivant d'une lettre de Cortez à l'empereur Charles-Quint : « On « vend, dit-il (à Mexico), du miel d'abeilles et de la « cire, comme aussi du miel tiré des tiges de maïs qui « sont aussi douces que du sucre : on en tire encore d'un « arbrisseau que les naturels nomment *maguey*. » (Extraits du discours prononcé par M. de Witt Clinton devant la Société littéraire et philosophique de New-Yorck.)

Ce Numéro renferme la traduction du Mémoire de M. Dobereiner sur le charbon ; le lecteur en trouvera l'extrait dans notre Cahier d'octobre.

Bibliothèque universelle, septembre 1816.

Sur les Comètes ; par H. Williamson (traduit des *Transactions de la Société littéraire et philosophique de New-Yorck*). Les opinions de l'auteur sont, 1° que les comètes n'éprouvent jamais un grand degré de chaleur dans aucune partie de leur révolution ; 2° que leur queue n'est point une matière enflammée, mais l'atmosphère même de la comète chassée derrière le noyau par l'impulsion des rayons du soleil ; 3° que, suivant toutes les probabilités, ces astres sont habités.

M. Williamson croit trouver la démonstration de son premier principe dans le froid qu'on éprouve sur les hautes montagnes, même sous la zone torride, lorsque la couche d'air dans laquelle on se trouve est suffisamment rare : en conséquence de ce fait, un corps dépourvu d'atmosphère ne pourrait jamais, suivant lui, être fortement échauffé par le soleil, quelle que fût d'ailleurs sa distance à cet astre. Un coup-d'œil sur le *Voyage* de Saussure, sur la *Géographie des plantes* de M. de Humboldt, etc., lui aurait épargné une assertion aussi singulière. En admettant que la chaleur augmente inversement comme le carré de la distance au soleil, Newton trouva que la comète de 1680 dut acquérir, à son passage au périhélie, une chaleur deux mille fois plus forte que celle d'un fer rouge. « Mais on a calculé, dit M. Williamson, qu'un globe de *fer* rouge de la grosseur de

« notre terre mettrait cinquante mille ans à se refroi-
« dir ; si donc la comète, qui était aussi grosse que notre
« terre, s'était refroidie aussi lentement que le fer, il
« lui aurait fallu cinq cent mille ans pour se refroidir...
« Cependant cette comète disparut au bout d'environ
« trois mois, dans une position où on aurait dû certai-
« nement l'apercevoir si elle eût conservé sa lumière. »
L'auteur ne nous dit pas sur quelles observations il se fonde pour affirmer que cette comète de 1680 était aussi grande que la terre ; les astronomes savent que la mesure de ce qu'on appelle le *noyau* est sujette à une assez grande incertitude, et que cette partie de l'astre ne se distingue du reste de la chevelure que par une plus grande intensité de lumière ; quel parti peut-on d'ailleurs tirer des lois que Newton avait déduites d'expériences faites sur un *métal* incandescent, lorsqu'il s'agit de déterminer le temps du refroidissement d'une matière aussi peu dense que semble l'être celle dont se compose la queue, la chevelure et même le noyau des comètes ?

L'article du Mémoire de M. Williamson dans lequel il cherche à démontrer, comme Kepler l'avait déjà admis, que la queue des comètes est nécessairement produite par l'impulsion des rayons solaires, pourrait donner lieu à des objections non moins solides. Des expériences très-imparfaites de Homberg avaient fait croire, un certain temps, à la réalité de cette impulsion ; mais en opérant dans le vide, à l'aide d'une balance de torsion très-sensible, et avec toutes les précautions que commandait une recherche aussi délicate, M. Bennet n'a jamais observé aucun mouvement qui pût être attribué au choc des rayons, quoiqu'il eût eu l'attention d'en réunir un

grand nombre sur le même point à l'aide d'une lentille à large ouverture. L'idée de Kepler ne doit donc être regardée que comme une hypothèse qui explique jusqu'à un certain point le fait remarqué, pour la première fois, par Apian, que les queues des comètes sont toujours à peu près opposées au soleil ; mais aucune expérience directe et digne d'attention n'a prouvé jusqu'ici que les rayons solaires aient un *momentum* appréciable.

Sans tenir aucun compte des observations astronomiques qui semblent démontrer que si les comètes ont des noyaux solides, ils sont excessivement petits, M. Williamson peuple ces astres à sa guise, et porte l'attention jusqu'à nous rappeler que l'ouverture de la pupille se dilate ou se contracte selon le degré d'intensité de la lumière ; « en sorte, ajoute-t-il, que nous « n'avons pas lieu de *craindre* que les habitans d'une « comète aient à souffrir à cet égard. » Il cherche également à rassurer ceux qui attacheraient trop d'importance aux effets de la pression de l'atmosphère, et termine par quelques considérations générales qui ne sont ni plus neuves ni plus exactes que tout ce qui précède.

Observations sur la couleur bleue que prend quelquefois le lait des vaches et des brebis, par M. Bremer; *avec des remarques* de M. Hermbstaed (traduit de l'allemand). Le lait qui doit prendre une couleur bleue se couvre d'abord à la surface de petites taches dans lesquelles le plus fort microscope ne fait découvrir aucune trace de moisissure ; ces taches grandissent insensiblement, et forment ensuite une couche uniforme dont la teinte bleue foncée se communique plus tard à toute la

« conséquence, pourvu qu'ils soient suffisamment élas-
« tiques. »

M. Edgeworth assure avoir appliqué avec avantage des ressorts de bois aux charrettes communes : « Ces « ressorts, dit-il, peuvent être faits d'une pièce de bon « frêne sec et compacte, épaisse de cinq pouces et demi « au milieu et de deux pouces à chaque bout, large de « trois pouces, maintenue par des liens fixes à une ex- « trémité, et jouant dans des supports à l'autre bout; « c'est une construction simple et durable...... Je ne « doute pas, ajoute M. Edgeworth en terminant son « Mémoire, que cet usage ne prenne grande faveur par- « mi les charretiers ordinaires. »

Traduction d'une lettre (écrite de Pise) *aux Rédacteurs sur une expérience relative à la transmission de la chaleur.*

L'auteur anonyme de cette lettre annonce qu'il est parvenu à fondre complètement, à la flamme d'une chandelle ou de l'alcool, l'étamage et même le plomb contenus dans un petit vase de cuivre, sans que la toile ordinaire qui était *appliquée* extérieurement sur le fond du vase eût été endommagée par le contact continu de cette flamme. Dans un autre vase, qui était de laiton et garni de même en dehors avec de la toile, il fit bouillir de l'eau sans que la toile fût attaquée.

Journal de Pharmacie, 2e *année*, *septembre* 1816.

Fragmens de nouvelles recherches sur l'origine du sucre de canne, par J.-J. Virey, p. 385.

Quoique cet article soit très-bien fait, nous n'en donnerons point l'extrait, parce qu'il nous a été commu-

niqué une note très-intéressante sur le même objet, que nous imprimerons incessamment.

Sur l'eau-de-vie de pommes-de-terre, p. 391.

M. Cadet a converti la pomme-de-terre cuite à la vapeur en matière sucrée, en la traitant par le procédé de M. Kirchof. A cette matière sucrée, délayée dans l'eau, il a ajouté un peu de levure de boulanger : la fermentation s'est bien établie, et quand le liquide n'a plus paru sucré et a commencé à tourner à l'aigre, on l'a distillé pour en retirer l'esprit-de-vin. 4 kilogrammes de pommes-de-terre ont produit 208 gram. (6 onces et demie) d'alcool à 18°. M. Cadet croit qu'en grand on obtiendrait un produit beaucoup plus avantageux.

Des effets nuisibles des semences d'ers dans le pain, p. 397.

M. Virey rappelle que la graine de l'ers, *ervum ervilia*, quand elle se trouve mêlée au blé en quantité trop considérable, produit chez ceux qui en mangent une telle débilité dans les membres, surtout dans les jambes, qu'on a peine à se tenir sur les pieds, qu'on vacille, qu'on éprouve des tremblemens de terre lorsqu'on est droit. On peut prévenir ces funestes accidens en faisant bluter avec soin le blé avant la mouture.

Eaux minérales de Neris, près de Montluçon, p. 403.

On rapporte l'analyse de ces eaux par le docteur *Boirot-Desserviers;* mais elle paraît ne mériter aucune confiance.

Sur le chouan *et sur un poivre factice*, p. 405; par M. Desvaux.

Le *chouan* est une substance végétale que l'on tire du Levant, et qui paraît n'avoir d'autre usage que de servir

à la préparation du carmin. Celui que l'on trouve dans le commerce a paru à M. Desvaux un amas de fleurs, ou plutôt le produit du dépouillement des sommités d'une plante appartenant au genre *anabasis*, et qui se rapproche beaucoup de l'anabase à feuilles de tamarisc.

M. Desvaux donne des détails sur un poivre factice qu'on lui a dit être préparé à Lyon, et qu'on vend dans le midi de la France, à un prix très-modique. Ce poivre renferme à son centre une graine de navette, laquelle est enveloppée d'une pâte faite avec de la farine et du poivre en poudre (1).

Résumé d'une dissertation sur l'acide tartrique et sur sa combinaison avec l'acide borique, p. 420; par E.-F. Thevenin, pharmacien externe à l'Hôtel-Dieu de Paris.

Le fait le plus important de cette dissertation est la combinaison de l'acide tartrique avec l'acide borique par laquelle M. Thevenin explique la solubilité que ce dernier acide donne au tartre. Déjà M. Lartigues de Bordeaux avait donné la même explication, et avait reconnu comme lui l'affinité de l'acide borique pour l'acide tartrique; mais son opinion ne paraît point avoir prévalu, et elle était en quelque sorte restée dans l'oubli. M. Thevenin a au moins le mérite de rappeler une vérité oubliée, et d'établir d'une manière incontestable l'existence d'une combinaison formée par deux acides; car il prouve que l'acide borique, simplement humecté, devient tout-à-coup liquide quand on le chauffe avec trois parties

(1) Il y a déjà plusieurs années qne cette fraude a été dénoncée à l'autorité.

d'acide tartrique, et que le composé qui en résulte devient solide et très-déliquescent par le refroidissement, quoiqu'aucun des acides, pris séparément, ne jouisse de cette dernière propriété.

Journal de Physique, 1816.

Mémoire sur la réduction des degrés de chaleur indiqués par les échelles des thermomètres de Deluc et de Fahrenheit, aux degrés d'une échelle qui désignerait des différences égales de chaleur; par Honoré Flaugergues.

Pour déterminer les erreurs de la graduation du thermomètre de Deluc, M. Flaugergues a recours à la méthode dont ce célèbre physicien s'était déjà servi, et qui consiste à mêler deux *masses* égales d'eau à deux températures différentes, et à prendre pour température du mélange la moyenne des températures des deux masses séparées. Il trouve ainsi que le thermomètre de Deluc et un thermomètre *équidifférentiel* qui s'accorderaient aux termes de la glace fondante et à celui de l'ébullition, différeraient entre eux de 0°,2 à — 20°; de 0°,1 à — 11°; de 0°,1 à + 16°, et de 0°,16 à + 40°, par où l'on voit que les écarts sont très-légers : il peut néanmoins rester des doutes sur l'évaluation numérique de ces différences; car, indépendamment des difficultés de la manipulation, M. Flaugergues n'a pas recherché si une même masse liquide, dans différens états de dilatation, ou, ce qui revient au même, à diverses températures, conserve toujours la même capacité pour la chaleur; ce qui est

cependant le fondement de la méthode des mélanges.

M. Flaugergues pense que si les dilatations d'une quantité donnée de mercure ne sont pas proportionnelles aux variations de température à partir d'un terme fixe, cela tient uniquement à ce que, lorsque la chaleur augmente, l'expansion s'exerce à chaque instant sur le volume primitif du liquide et sur la quantité dont ce volume s'est déjà dilaté. Suivant lui, *un volume déterminé* d'une liqueur quelconque doit éprouver le même changement pour une variation donnée dans le thermomètre, quelle que soit sa température initiale; mais il résulte du travail de MM. Dulong et Petit que cette loi n'est pas exacte, même pour les gaz, dans de hautes températures; en sorte que leur dilatation, rapportée au thermomètre à mercure, est, pour chaque degré, une fraction constante du volume à une température donnée, et non point, comme le supposait Dalton, une portion constante du volume à la température précédente.

En plaçant un cylindre de plomb dans un cylindre de verre et déterminant les diamètres suivant les dilatations, M. Flaugergues a construit un récipient à compensation dont la capacité annulaire est sensiblement constante depuis o jusqu'à 100°, et il s'en est servi pour faire, entre les mêmes limites, quelques expériences sur la dilatation de l'air, qui confirment celles de MM. Gay-Lussac et Dalton. Le premier de ces physiciens avait trouvé qu'un volume d'air sec, égal à l'*unité* et pris au terme de la glace fondante, devenait 1,375 à 100° du thermomètre centigrade. M. Dalton donne 1,372; M. Flaugergues s'arrête à 1,372. Les expériences de MM. Dulong et Petit, que nous avons déjà citées, prouvent du reste que

le vase dont M. Flaugergues donne la description ne conserverait pas une capacité constante si on le soumettait à des températures très-élevées. (*Voy*. le Cahier de juillet, t. II, p. 240 et suiv.)

Observation sur les avantages du datisca cannabina *dans l'art de la teinture*; par H. Braconnot.

« Le *datisca cannabina*, connu aussi sous le nom de *datisque* ou *cannabine*, est une plante vivace, dioïque et de la famille des orties, qui croît naturellement dans l'île de Candie et dans quelques autres contrées du Levant. Son aspect est celui du chanvre; sa racine, qui supporte les froids les plus rigoureux de nos hivers sans être endommagée, pousse annuellement environ une centaine de tiges fasciculées de 8 à 10 lignes de diamètre à la base : elles s'élèvent à la hauteur de plus de 8 pieds (au moins dans l'individu femelle que j'ai mesuré), et forment un très-large buisson; elles sont garnies de feuilles, la plupart longues d'un pied, d'un vert jaunâtre, alternes, ailées, avec impaire à 9—11 folioles lancéolées, aiguës, profondément dentées, incisées et glabres. Les fleurs, disposées en grappes et munies de bractées linéaires, naissent dans l'aisselle des feuilles supérieures.

« La décoction des feuilles de datisca, essayée avec les réactifs, s'est comportée à peu de chose près de la même manière que celle de la gaude.

« L'acétate de plomb produit, dans cette décoction, un précipité jaune pâle, formé d'un acide végétal incristallisable, analogue à l'acide malique, et de matière gommeuse et colorante. Si dans la liqueur surnageante on verse de la potasse, et qu'ensuite on y ajoute de nouveau

de l'acétate de plomb, la liqueur se décolore presque entièrement, et il se forme un dépôt d'un jaune superbe qui conserve sa vive couleur après avoir été desséché et mis en poudre. Si, après avoir été bien lavé, on le décompose par l'acide sulfurique, on en sépare la matière colorante, qui est sèche, transparente comme une gomme, insoluble dans l'alcool, à moins que celui-ci n'ait été très-affaibli ; alors il en dissout une partie, laquelle est semblable à celle qui ne s'est point dissoute. Sa dissolution aqueuse n'est point affectée par l'acétate de plomb, mais le nitrate de mercure y forme un précipité. Le sulfate de fer lui communique une couleur brunâtre foncée ; l'alun une couleur jaune plus vive et plus intense ; mais les acides la rendent plus pâle et les alcalis plus foncée. »

En évaporant à une douce chaleur une décoction de datisca, et en l'abandonnant à elle-même pendant quelque temps, il s'en sépare une matière cristalline graniforme, qu'on peut obtenir plus facilement encore en délayant de l'extrait de datisca avec de l'eau froide ; il s'en sépare alors un sédiment qui se dissout dans l'eau bouillante, et donne ensuite par le refroidissement une multitude de petits groupes d'un blanc jaunâtre, formés de petits cristaux mous et demi-transparens à peu près comme le sucre de raisin. Ces cristaux sont fusibles à une température un peu supérieure à celle de l'ébullition de l'eau ; à une chaleur plus forte, ils se boursoufflent, se colorent en répandant une odeur assez désagréable, tenant un peu du caramel, et donnent de l'huile empyreumatique et un liquide acide. Ils ne se dissolvent pas sensiblement à froid dans l'eau, ni dans l'alcool à 30° ; mais ils sont solubles dans l'alcool bouillant, et

s'en séparent sans altération au moyen de l'évaporation. Une légère dissolution de potasse ou de baryte les dissout très-aisément; en y ajoutant un acide, ils se déposent au bout de quelque temps avec toutes leurs propriétés. L'acide sulfurique concentré, aidé de la chaleur, les dissout aussi sans les altérer : l'eau et l'ammoniaque précipitent abondamment cette dissolution.

L'acide hydrochlorique concentré ne dissout pas sensiblement ces cristaux, même par le secours de la chaleur ; l'iode forme avec eux une combinaison jaune soluble dans l'eau froide.

Cette matière se distingue de l'inuline par les propriétés suivantes :

1°. La dissolution d'inuline est précipitée abondamment par l'eau de baryte : celle de la nouvelle substance ne l'est pas.

2°. La dissolution d'inuline dans l'acide sulfurique concentré n'est pas précipitée par l'eau, d'après M. Gaultier, tandis que la dissolution de la nouvelle substance dans le même acide est précipitée très-abondamment.

3°. La nouvelle substance en dissolution concentrée dans l'eau chaude, n'est point précipitée par l'infusion de noix de galle : celle-ci au contraire précipite l'inuline à l'état d'une matière qui paraît légèrement glutineuse et élastique.

D'après les divers caractères de cette substance, et surtout d'après sa tendance à la cristallisation, elle peut être considérée comme un des principes immédiats des végétaux.

La couleur jaune du datisca se fixe bien sur le lin, le coton, la soie et surtout la laine, même sans mordant ;

elle communique à cette dernière une jolie couleur serin qui résiste assez bien à l'air et à la lumière ; et si la laine est alunée, on obtient la plus belle, la plus vive et la plus intense des couleurs, et qui a l'avantage d'être solide. L'extrait de datisca, délayé dans l'eau et bouilli avec la laine alunée, lui communique une couleur jaune aussi éclatante que celle que l'on obtient immédiatement avec la décoction de la plante. De la gaude qui avait crû dans le même terrain que le datisca, ou celle du commerce, ne donnent pas à beaucoup près des couleurs aussi belles.

Ce sont les feuilles et les jeunes tiges du datisca qui fournissent le plus de matière colorante. Il paraît que cette plante offrira des avantages considérables sur la gaude. Elle croît dans tous les sols, à toutes les expositions, et ne réclame aucun soin ; sa croissance est prompte et précoce, et il est à présumer qu'on pourra la faucher au moins trois ou quatre fois dans le cours de l'année.

On peut propager cette plante par ses graines semées en automne ; mais il faut avoir la précaution de les récolter sur les individus qui se trouvent dans le voisinage des mâles ; car autrement elles resteraient stériles.

La multiplication du datisca peut aussi se faire par la séparation de ses racines au printemps, ou en automne quand ses tiges sont flétries.

Sur la propriété qu'a le tartrate acide de potasse de dissoudre un grand nombre d'oxides.

L'on sait que la crême de tartre dissout la plupart des oxides, et forme avec eux des sels triples, souvent cristallisables ; mais on n'a peut-être pas donné assez d'attention à cette propriété, qui me paraît très-remarquable.

Si l'on conçoit bien, en effet, que l'acide tartrique puisse former des sels triples, comme plusieurs autres acides, on peut se demander pourquoi il en forme avec toutes les bases, et pourquoi le tartrate acide de potasse dissout un grand nombre d'oxides que leur insolubilité dans les acides minéraux, et même dans l'acide tartrique pur, a fait regarder comme de véritables acides.

La combinaison du tartrate acide de potasse avec les oxides, par exemple, avec le protoxide d'antimoine, peut être considérée comme résultant de la réunion du tartrate de potasse avec le tartrate d'antimoine, ou de celle du tartrate acide de potasse avec l'oxide d'antimoine. Le premier de ces deux modes de combinaison paraît réalisé dans la plupart des sels triples minéraux, et il serait très-possible que le second eût lieu pour les composés du tartrate acide de potasse avec les oxides ; car il suffirait qu'il en résultât un équilibre plus stable, c'est-à-dire que l'affinité mutuelle des deux composans fût mieux satisfaite. Dans ce dernier cas, la crême de tartre agirait comme les acides, et il serait bien difficile d'assigner des caractères suffisans pour l'en séparer.

Ce qui paraîtrait donner quelque vraisemblance à cette manière de considérer la crême de tartre, serait que ce corps dissout un très-grand nombre d'oxides, même

ceux qui sont insolubles dans les acides minéraux et dans l'acide tartrique, et que le premier mode de combinaison, dont nous venons de parler, semble au moins supposer que les deux bases, qui doivent former un sel triple avec l'acide tartrique, peuvent le neutraliser chacune séparément. Mais alors il existerait une foule d'acides provenant de la combinaison de l'acide tartrique, de l'acide oxalique, etc., avec chaque base.

Quoi qu'il en soit de ces considérations, il résulte de la propriété qu'a la crème de tartre de dissoudre les oxides insolubles dans les acides, une nouvelle preuve de la difficulté de définir l'acidité et l'alcalinité ; car si on doit regarder comme alcali tout corps qui sature de la même manière que la potasse, on doit certainement considérer les oxides d'antimoine et d'étain, qui saturent la crême de tartre, comme de véritables alcalis. Sous d'autres rapports, cependant, ces mêmes oxides se rapprochent plus des acides que des bases salifiables.

L'acide tartrique et les tartrates acides présentent des analogies frappantes avec l'acide hydrocyanique et les hydrocyanates, relativement à la propriété qu'ont ces corps de se combiner plus intimement, au moyen d'affinités complexes; et les divers acides prussiques de M. Porrett ressemblent beaucoup aux tartrates acides.

Cet objet mériterait de plus grands développemens ; mais il faudrait des expériences nombreuses qui manquent encore. Je ferai remarquer, en terminant, que le tartrate acide de potasse est un des meilleurs dissolvans des oxides que l'on connaisse, et que cette propriété le rend très-utile pour les analyses. G. L.

MÉMOIRE

Sur les Substances minérales dites en masse *qui entrent dans la composition des roches volcaniques de tous les âges.*

PAR M. CORDIER.

Lu à l'Académie royale des Sciences les 16 et 30 octobre et 6 novembre 1815.

Extrait.

On sait qu'indépendamment des terrains formés sous nos yeux par les éruptions volcaniques, il en est d'autres que tous les géologues regardent comme étant les produits d'anciens volcans, éteints, il est vrai, depuis un temps immémorial, mais dont les cratères attestent encore l'existence.

On sait également qu'on a observé en beaucoup d'endroits d'autres dépôts très-analogues aux terrains volcaniques incontestables, mais que ces dépôts, n'étant point accompagnés des mêmes preuves extérieures évidentes de volcanicité, ont occasionné parmi les minéralogistes de grandes discussions sur leur origine. Les uns les regardent comme volcaniques, les autres comme non volcaniques : la première opinion paraît dominer aujourd'hui.

Ces derniers terrains volcaniques présumés sont encore souvent partagés en deux classes, dont l'une est plus moderne que l'autre, et a trouvé plus de partisans de son

origine volcanique. Toutes deux sont plus anciennes que les produits des volcans éteints encore accompagnés de cratères ; et les terrains volcaniques les plus récens sont ceux formés par les volcans brûlans.

C'est sur ces distinctions d'antériorité relative qu'est fondée l'expression de *roches volcaniques de tous les âges*.

Dans ces différentes sortes de terrains volcaniques ou présumés tels, il existe beaucoup de roches en apparence simples, que les minéralogistes et les géologues avaient classées jusqu'ici assez imparfaitement, faute d'une détermination exacte des minéraux qu'on avait souvent lieu de présumer qui entraient dans leur composition.

On s'était borné aux moyens ordinaires de la minéralogie pour étudier ces roches ; on avait observé leurs caractères extérieurs, leurs propriétés physiques et chimiques ; on les avait analysées ; mais on n'avait déterminé que les parties constituantes et les caractères des *masses entières*, et on n'avait pas constaté positivement si ces masses étaient simples ou composées, et dans ce dernier cas, qui était le plus probable, quels étaient les minéraux composans.

C'est de cette recherche si importante sous beaucoup de rapports, tant pour la connaissance des produits volcaniques en général, que pour éclairer l'origine des terrains volcaniques contestés, que M. Cordier s'est occupé ; et son mémoire renferme les résultats de ses expériences et les conclusions qu'il a cru pouvoir en tirer. Il a posé ainsi la question qu'il se proposait de résoudre :

Les pâtes volcaniques indéterminées sont-elles mé-

caniquement composées, et quels sont les minéraux qui les composent ?

En considérant les roches volcaniques homogènes de tous les âges, sous le rapport de leur structure et de leurs autres caractères, on peut en distinguer six espèces : les *laves lithoïdes*, les *scories*, les *verres*, les *cendres*, les *tufs* et les *wackes*.

En employant ces dénominations généralement reçues, l'auteur leur conserve à peu près l'acception ordinaire ; mais il a soin de définir ce qu'il comprend sous chacune d'elles par une synonymie assez détaillée.

Pour parvenir à déterminer si toutes ces substances étaient simples ou composées, et quels étaient leurs composans, M. Cordier a suivi la méthode ingénieuse d'*analyse mécanique* que M. Fleuriau de Bellevue avait tracée dans son Mémoire sur les cristaux microscopiques des laves, publié en 1800 dans le *Journal de Physique*, et il lui a donné un grand développement.

Cette méthode consiste à détacher de très-minces fragmens, à leur faire subir une sorte de demi-trituration ou plutôt de pression, à soumettre la poudre grossière obtenue à un lavage soigné, afin de réunir les parties semblables par le moyen de leur densité ; enfin à observer fréquemment avec le miscroscope les produits obtenus.

Cette *analyse mécanique* est suivie de différentes épreuves minéralogiques, et surtout d'essais au chalumeau par la méthode de Saussure, qui fournit les moyens de déterminer les limites de fusibilité.

Les roches volcaniques contenant fréquemment des

cristaux distincts qui leur donnent la structure porphyroïde, il était naturel de présumer que les élémens obtenus mécaniquement de la pâte de ces roches seraient, au moins très-fréquemment, de la même nature que ces cristaux.

Pour avoir à cet égard un mode exact de comparaison, M. Cordier a commencé par isoler des cristaux distincts de ceux qu'on rencontre ordinairement dans les roches volcaniques, et par les soumettre aux mêmes épreuves qu'il se proposait d'appliquer aux pâtes homogènes de ces roches.

Ces substances cristallisées ordinaires aux roches volcaniques sont au nombre de huit : le *pyroxène*, le *feldspath*, le *péridot*, le *fer titané*, l'*amphibole*, le *mica*, l'*amphigène* et le *fer oligiste*.

Tous les résultats qu'il a obtenus sur chacune d'elles sont consignés dans le Mémoire.

Il a ensuite soumis aux épreuves mécaniques et chimiques indiquées les six espèces de roches volcaniques homogènes désignées ci-dessus, et ses essais sur chacune d'elles ont été souvent répétés.

Il a pris une précaution importante, celle d'opérer sur des échantillons pris dans des terrains volcaniques *de différens âges*, afin que ses résultats fussent indépendans de toute espèce d'opinion géologique préalable. Ainsi, par exemple, pour les pâtes lithoïdes, il a examiné celles des volcans brûlans, celles des volcans éteints incontestables, et celles des terrains dont la volcanicité est plus ou moins contestée; et de même pour chacune des espèces de roches volcaniques.

De cette manière, il a pu comparer entre elles les roches volcaniques en masse de tous les âges, sous le rapport de leur composition mécanique.

Enfin, pour mieux déterminer la composition des roches volcaniques, surtout de celles à pâte lithoïde, il a voulu les comparer, sous ce rapport, avec les roches anciennes auxquelles elles sont souvent assez semblables par leurs caractères extérieurs, telles que les *pétrosilex*, les *trapps*, et les *cornéennes*; et il a soumis ces dernières roches aux mêmes essais d'analyse mécanique et chimique.

Ce Mémoire est divisé en onze chapitres.

Le premier n'a pour objet que de rappeler l'état actuel de nos connaissances sur les roches volcaniques, d'indiquer le but que l'auteur a eu dans ses recherches, et de poser la question qu'il s'est proposé de résoudre, telle que nous l'avons rapportée ci-dessus.

Le second est d'abord consacré à décrire les moyens de recherche employés; il contient ensuite les résultats des essais entrepris sur les huit substances indiquées ci-dessus, qui se trouvent en cristaux distincts dans les roches volcaniques.

C'est dans les chapitres suivans que l'auteur commence à examiner les différentes roches volcaniques homogènes; chacune des six espèces que nous avons indiquées ci-dessus forme l'objet d'un chapitre. Ainsi le troisième est consacré à l'examen des *laves lithoïdes*, le cinquième aux *scories*, etc.

Dans le quatrième sont rapportés les essais faits sur les *pétrosilex*, les *trapps*, les *cornéennes*, compa-

rativement avec ceux opérés sur les laves lithoïdes.

Le huitième sert, pour ainsi dire, d'introduction aux neuvième et dixième, qui traitent des tufs et des wackes; il renferme quelques considérations importantes sur ces deux genres de dépôts volcaniques.

Le onzième est un résumé général des résultats de l'auteur, et il le termine par un tableau méthodique des substances volcaniques dites *en masse*, dans lequel il établit une classification et des dénominations nouvelles fondées sur ses observations.

En donnant les résultats de chacune de ses recherches, M. Cordier est conduit à ajouter beaucoup de faits intéressans relatifs aux volcans, et à discuter plusieurs points importans de la théorie de ces grands phénomènes.

Il nous est impossible de le suivre dans tous ces détails; mais, pour mettre nos lecteurs en état d'apprécier les idées de l'auteur, nous allons rapporter les conclusions principales auxquelles il a été conduit.

1°. Les six espèces de roches volcaniques dites *en masse* ou homogènes, n'ont qu'une homogénéité apparente, si ce n'est dans quelques cas déterminés extrêmement rares.

2°. Elles sont presque toutes mécaniquement composées de cristaux microscopiques peu variés, entremêlés de vacuoles : à ces cristaux se joignent, dans quelques-unes, des matières vitreuses.

3°. Les espèces minérales auxquelles se rapportent ces cristaux microscopiques sont pour le plus grand nombre le *feldspath* et le *pyroxène* : le *péridot* et le *fer titané* s'y

rencontrent assez fréquemment, quelquefois l'*amphigène* et rarement le *mica*, l'*amphibole* et le *fer oligiste*.

4°. Les matières vitreuses se rapportent soit au *pyroxène*, soit au *feldspath*.

5°. Dans certaines roches volcaniques, ces cristaux et les matières vitreuses, lorsqu'elles en contiennent, sont dans un état de décomposition plus ou moins avancée.

6°. Dans d'autres, les élémens sont également plus ou moins décomposés; mais la masse a repris de la consistance par l'interposition postérieure de matières étrangères.

7°. Les huit espèces minérales auxquelles se rapportent les élémens des roches volcaniques se trouvent réunies communément au nombre de trois ou de quatre dans la même roche.

8°. Dans ces associations, on voit constamment une prédominance marquée tantôt du feldspath, tantôt du pyroxène, non-seulement par leur plus grande abondance, mais encore par l'influence des caractères qui leur sont propres.

9°. Tous ces caractères de composition sont constans dans les roches volcaniques *de tous les âges*, dans celles des volcans brûlans, comme dans celles des volcans éteints bien reconnus, comme aussi dans celles qui constituent les terrains dont l'origine volcanique a été jusqu'ici contestée.

10°. Les analogies que l'on a cru exister entre plusieurs roches volcaniques et les roches anciennes à base de pétrosilex, de trapp et de cornéenne, ne sont pas fondées; ces roches anciennes diffèrent des roches volcaniques par l'absence de plusieurs des élémens habi-

tuels à celles-ci, tels que le pyroxène, le péridot, l'amphigène, etc.; par la présence d'autres élémens distincts qui leur sont étrangers, tels que le quartz, la diallage, etc.; enfin, par leur tissu plus serré, l'absence de vacuoles et une foule d'autres caractères. Il n'est donc plus possible de rapporter certaines roches volcaniques à la même origine que ces roches anciennes.

11°. La plupart des roches volcaniques étant entièrement composées de cristaux microscopiques, on est forcé d'admettre que ces cristaux se sont formés dans la masse lors de la coagulation; que par conséquent il y a tout lieu de croire que les cristaux distincts des mêmes substances qui y sont souvent disséminés, et dont l'origine a été diversement expliquée, ont été les premiers produits de l'agrégation régulière des masses incandescentes.

Les caractères généraux de composition des roches volcaniques, exposés dans les articles 2 à 8 ci-dessus, présentent les variations suivantes dans les six espèces de roches volcaniques homogènes que nous avons indiquées :

Les *laves lithoïdes* sont composées exclusivement de cristaux microscopiques entrelacés, d'un égal volume, adhérens par leur simple juxta-position, offrant entre eux des vacuoles plus ou moins rares.

Les *scories* sont composées de verre boursoufflé, presque toujours mélangé de cristaux microscopiques plus ou moins abondans.

Les *verres* ont la même composition que les *scories*, si ce n'est que le verre y est massif.

Les *cendres* sont une réunion de cristaux et de grains vitreux microscopiques non adhérens.

Les *tufs* sont composés de cristaux et de grains vitreux microscopiques d'un volume très-inégal, non entrelacés, en partie terreux, peu adhérens ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères; ils ne sont autre chose que des *cendres altérées*.

Les *wackes* sont composées tantôt comme les laves lithoïdes, tantôt comme les scories et les verres, avec ette différence que les parties composantes, les cristaux, comme les parties vitreuses, sont en partie terreuses, peu adhérentes, ou cimentées imperceptiblement par des substances étrangères. Les wackes ne sont autre chose que des *laves lithoïdes*, ou des *scories*, ou des *verres*, altérés.

Le feldspath et le pyroxène étant, comme on l'a vu ci-dessus, les deux seules substances prédominantes dans toutes les roches volcaniques homogènes, M. Cordier a partagé ces roches en deux sections dans la nomenclature nouvelle qu'il a imaginée, et dont nous allons donner un tableau succinct.

Substances volcaniques dites en masse.	*feldspathiques.*	*pyroxeniques.*
A. non altérées.		
Laves lithoïdes..	LEUCOSTINE....	BASALTE.
Scories........	PUMITE......	SCORIE.
Verres........	OBSIDIENNE...	GALLINACE.
Cendres.......	SPODITE	CINÉRITE.
B. altérées.		
Tufs.........	ALLOÏTE... ..	PÉPÉRITE.
	TRASSOÏTE....	TUFAITE.
Wackes..	TÉPHRINE....	WACKE.
	ASCLERINE....	POZZOLITE.

Lorsqu'on veut faire une observation avec cet instrument, on regarde par l'ouverture *A*, et l'on fait tourner la boîte jusqu'au moment où le fil de la pinule opposée couvre l'objet dont on désire déterminer la place; mais la pupille a une ouverture sensible : sa partie inférieure est en face de *C*, alors même que le segment supérieur correspond à *A*; dès-lors l'observateur doit apercevoir simultanément, 1° le fil qui couvre la mire éloignée, et 2° l'image, réfléchie par le miroir *D*, des degrés qui sont tracés sur la rosette que supporte l'aiguille aimantée : ces divisions parviennent à l'œil amplifiées par la lentille *C*; le fil délié de la pinule est en contact avec elles, et sert à fixer la situation de l'objet qu'on observe, par rapport au méridien magnétique, avec d'autant plus de précision que la rosette divisée a un plus grand diamètre. Sur une boussole de 2 pouces $\frac{1}{2}$ anglais de diamètre, les degrés n'ont guère que 26 centièmes de ligne d'amplitude (un peu moins d'un demi-millimètre); et néanmoins nous avons vu un instrument de cette espèce construit par Thomas Jones, qui, à l'aide de l'ingénieux artifice de M. Kater, permettait de relever les objets à 15′ près.

L'auteur recommande d'arrêter les oscillations de la rosette, soit à l'aide d'une détente, soit en inclinant légèrement la boîte, lorsqu'après avoir placé le fil de la pinule sur la mire, on veut lire les degrés. On rend les divisions distinctes, pour toutes sortes de vues, en enfonçant plus ou moins la pièce qui supporte le miroir dans la rainure *G*. La pinule peut se rabattre sur le plan de l'instrument en tournant autour de la charnière *E*. A peine est-il nécessaire d'ajouter que lorsqu'on tient à con-

naître les positions absolues, par rapport au méridien magnétique, il suffit de déterminer, *une fois pour toutes*, l'erreur du commencement de la division ou du zéro (1).

Sur les Produits de la fermentation vineuse.

Par le Professeur MEINECKE et le Profess. DOEBEREINER.

Journal de *Schweigger*, vol. XVII, p. 177 et 188.

DANS une lettre adressée à M. Clément (*Ann. de Chim.*, vol. XCXV, p. 311), M. Gay-Lussac a cherché à établir, en se servant des expériences de M. Saussure et des siennes propres:

1°. Que l'alcool absolu peut être considéré comme composé de volumes égaux de gaz oléfiant et de vapeur d'eau, condensés de moitié;

2°. Que, quoiqu'il y ait une infinité très-marquée entre l'eau et l'alcool, leurs vapeurs se mêlent comme deux gaz qui n'ont aucune action l'un sur l'autre;

3°. Que l'éther sulfurique peut être considéré comme composé d'un volume de vapeur d'eau et de deux volumes de gaz oléfiant, condensés en un seul;

4°. Qu'en admettant l'analyse du sucre de MM. Thenard et Gay-Lussac, et celle de l'alcool qui vient d'être citée, 100 parties de sucre devaient produire par la fermentation 48,66 d'acide carbonique et 51,34 d'alcool absolu.

---

(1) Depuis que cette Note est imprimée, j'ai vu, chez plusieurs de nos artistes, des boussoles qui ne diffèrent de celle que je viens de décrire qu'en ce qu'on a substitué au petit miroir argenté un prisme rectangulaire de verre. L'une des faces du prisme, étant très-convexe, remplit elle-même l'office de la loupe *C*.

M. Meinecke reproduit exactement la plupart de ces résultats en employant le mot *masse* au lieu de celui de *volume*, et en s'efforçant de prouver que la méthode de M. Gay-Lussac n'est ni simple, ni claire, ni exacte. Nous nous étions d'abord proposé de repousser l'agression de M. Meinecke, et de prendre l'offensive à notre tour; mais nous nous sommes bientôt aperçus que nous étions trop mal attaqués pour qu'il fût nécessaire de nous défendre.

M. Doebereiner considère le sucre comme étant formé de 3 proportions d'acide carbonique et de 3 d'hydrogène protocarburé. L'alcool peut aussi être considéré comme composé de 3 proportions d'hydrogène protocarburé et de 1 d'acide carbonique; et, d'après cela, si l'on suppose qu'un poids donné de sucre se change en alcool au moyen de la fermentation, il devra se dégager 2 proportions d'acide carbonique. Ces résultats sont une conséquence de l'analyse du sucre et de l'alcool, et ne peuvent être révoqués en doute; mais ce qui paraît étrange, c'est que M. Doebereiner assure que si l'on décompose le sucre par *l'acide sulfurique pur*, par *l'acide hydrochlorique*, ou par le *chlorate de cuivre*, on trouvera justement les proportions dont on vient de parler. Il est heureux que l'analyse de M. Doebereiner soit entièrement conforme à celle rapportée dans les *Annales de Chimie*, vol. XCXV, p. 317; car les procédés qu'il dit avoir employés n'inspirent pas une grande confiance : au moins pensons-nous qu'ils n'exigent rien moins que l'habileté de M. Doebereiner pour donner une telle précision, et qu'ils seraient impraticables pour la plupart des chimistes.

Sur l'Elévation des montagnes de l'Inde.

PAR ALEXANDRE DE HUMBOLDT.

LA mesure exacte des montagnes dont on ne peut atteindre la cime offre des difficultés qui tiennent en grande partie à l'élévation des terrains dont leurs bases sont entourées. Les plateaux sur lesquels s'élèvent les chaînes sont généralement trop éloignés des côtes pour qu'on puisse en déterminer l'élévation, soit par des angles de dépression, soit par un nivellement géométrique : il en résulte que chaque mesure d'une haute montagne est presque toujours en partie barométrique, en partie trigonométrique. Si l'on s'approche de très-près des cimes à mesurer, on aura moins à craindre l'effet des réfractions; les angles de hauteur seront plus grands ; mais on aura de la peine à trouver un terrain propre à la mesure d'une base. La hauteur de ce terrain au-dessus du niveau de l'Océan peut former le tiers ou la moitié de la hauteur totale.

Dans le plateau de Tapia, si favorable à la mesure du Chimborazo, cette montagne ne se présente déjà que sous un angle de 6° 40′, et cependant ce plateau est élevé de 2890 mètres au-dessus de la mer du Sud. La distance de la montagne au plateau de Tapia est de 30437 mètres, ou de 16′ 27″ en arc. Si j'avais mesuré la base au pied du Chimborazo, par exemple, dans les plaines de Sisgun, si célèbres par leurs porphyres volcaniques colonnaires, ma base aurait eu une élévation de 3900 mètres, tandis que la partie déterminée géométriquement n'aurait été que de

2630 mètres. Or, comme les baromètres sont beaucoup plus difficiles à transporter que les instrumens qui mesurent des angles, les voyageurs se trouvent souvent réduits, ou à indiquer seulement la hauteur des montagnes au-dessus des plateaux dont ils ignorent l'élévation absolue, ou à faire des mesures dans des plaines très-éloignées, rapprochées des côtes, et dans lesquelles le jeu de la réfraction terrestre peut altérer considérablement les résultats.

Ce sont ces obstacles qui nous ont privés long-temps de la connaissance exacte de la hauteur des montagnes de l'Inde, de cette chaîne immense qui, sous les noms de *Hindoo-Coosh* (1) et l'*Himâlaya* (2), s'étend depuis Herat et Caboul, à l'est de l'Indus, jusqu'au-delà du Bourampouter. La partie orientale de l'Himâlaya est visible dans les plaines du Bengale, à la distance de 150 milles anglais (3) : sa hauteur au-dessus de ces plaines n'est par

---

(1) Hindoo-Coosh ou Hindo-Kho, *Hindo-Kouh* (*montagne Noire*, en persan), à l'est de l'Indus, lat. 34° 30'-35° : c'est le Caucase indien. Un seul pic dans le méridien de Caboul a donné ce nom à la chaîne entière qui s'abaisse plus à l'ouest (dans le Paropamisus) vers Herat. Comme le lieutenant Macartney assure que le Hindoo-Coosh n'entre plus dans la limite des neiges perpétuelles à l'ouest du 66° de longitude, on peut supposer que cette extrémité occidentale n'excède pas 3250 mètres.

(2) Hemâlleh, Himâleh, Hemmachal (Imaüs des anciens), proprement *Himâlaya*, *séjour des neiges*. En sanscrit, *hima* signifie frimas ou neige (*himavat*, neigeux, qui possède de la neige), et *alaya*, demeure, séjour, habitation.

(3) M. Elphinstone (*Voyage to Caubul*, p. 95) pense que

conséquent pas moindre de 2020 toises. Sans avoir égard à la réfraction, le pic de Ténériffe (1904 toises) est visible à 1° 57′ 22″ de distance; le Mont-Blanc (2440 t.) à 2° 13′ 0″; le Chimborazo (3350 t.) à 2° 35′ 30″. En supposant une réfraction moyenne de 0,08, la distance augmenterait, pour le Chimborazo, seulement de 14 milles. L'exemple le plus frappant que l'on connaisse jusqu'à présent de la visibilité d'une montagne a été offert par le pic des îles Sandwich, Mowna-Roa, que le capitaine Marchand assure avoir vu à 53 lieues (2° 33′) de distance.

Un pic très-élevé de l'Himâlaya, que l'on distingue de la ville de Patna, fut estimé par le colonel Crawford 20000 pieds au-dessus des plaines de Nepaul. Cet officier suppose ces plaines élevées de 5000 pieds anglais au-dessus du niveau de l'Océan (1). Les fondemens de cette première mesure ne sont pas connus en Angleterre; mais on en a conclu avec raison, depuis long-temps, que les montagnes de l'Inde atteignent ou surpassent en élévation les Cordilières de Quito.

M. Elphinstone, dans son important ouvrage sur le Candahar et le Caboul, nous apprend que le lieutenant

---

l'Himâlaya pourrait bien être visible à 250 milles de distance: cela supposerait, vu au niveau de la mer, l'énorme hauteur de 10900 mètres.

(1) Ces évaluations semblent indiquer un calcul approximatif fondé peut-être sur un angle de hauteur et une distance supposée. En publiant ce résultat, on a réduit, dans plusieurs ouvrages, les 25000 pieds anglais en toises; et dès-lors cette expression numérique, qui n'était plus en nombres ronds, a paru le résultat d'une mesure précise.

Macartney a trouvé plusieurs cimes de l'Hindoo-Coosh, dans le Caufiristaun, élevées de 20493 pieds anglais. Au-dessus de quelle vallée, de quel plateau cette évaluation est-elle faite? Si c'est au-dessus des plaines de Peshawer, où le thermomètre s'élève (sans doute exposé au soleil ou au reflet du sol) à 112° Fareinheit, ou 44° cent., on pourrait croire qu'il ne reste pas beaucoup à ajouter à la hauteur du pic mesuré par M. Macartney (1).

« J'ai déterminé, dit cet officier, les distances de plusieurs pics très-élevés par des relèvemens croisés (*cross-bearings*), et j'ai trouvé, à une distance de 100 milles, l'angle de hauteur par le théodolite de 1° 30′, ce qui donne une élévation perpendiculaire de 20493 pieds anglais. Mais je ne puis mettre beaucoup de confiance dans une opération faite à une si grande distance et avec un angle si petit. Mon instrument parut cependant si bien ajusté, que la latitude prise par le théodolite coïncida, à deux minutes près, avec celle qui a été

---

(1) Au Caire, la température moyenne du mois d'août est, d'après de très-bonnes observations de M. Nouet, faites à l'ombre et hors du reflet des murs, 29°,.9. M. Beauchamps trouva, pour le même mois, à Bagdad, 34°,4; mais son thermomètre, quoique à l'ombre, était exposé au rayonnement d'un mur trop voisin. En Egypte, près d'Ombos, dans la vallée des tombeaux des rois et près d'Edfou, on a vu le thermomètre à l'ombre se soutenir à 45°. Je crois avoir remarqué, dans les steppes arides de Calabozo, que le sable suspendu dans l'air augmente singulièrement la haute température de l'atmosphère.

donnée par le sextant : la distance était conclue d'une base de 45 milles de long. »

Depuis peu, le désir de connaître l'élévation des montagnes de l'Inde par des mesures directes et précises, paraît avoir été satisfait par les travaux trigonométriques de M. Webb, lieutenant au corps d'infanterie du Bengale, le même à qui nous devons la connaissance plus exacte du cours du Gange. M. Webb a été chargé de lever la carte du Kumaon et de la province de Nepaul, récemment pacifiée. Il a envoyé au gouverneur général lord Moira les hauteurs de 27 pics couverts de neiges perpétuelles, et situés dans la grande chaîne de montagnes visible à Kumaon, au sud-est de Sirinagour. Vingt de ces pics excèdent 20000 pieds anglais; le plus bas est de 15733 pieds; le plus élevé a 25669 pieds anglais, ou 4012 toises. M. Webb assure que les distances et les bases ont été vérifiées avec le plus grand soin, et il cite comme une preuve de la précision de sa triangulation, que la latitude de la ville de Pilibheet, déduite de la position seule des pics, coïncide, à 5″ près, avec celle qui a été déterminée par les observations astronomiques de M. Renben-Burrow. La distance de la grande mosquée de Pilibheet au pic le plus voisin est de 98000 fathoms ou 112 milles. M. Webb ajoute que le 14me pic, celui qui a 25669 pieds anglais au-dessus du niveau de l'Océan, est d'un mille plus élevé que le Chimborazo. D'après le Dictionnaire de Hutton, celui-ci n'est supposé que de 19595 pieds anglais (ou 3014 toises) (1). Voici la

(1) La Condamine donne au Chimborazo 3217 toises, don George Juan 3380 t. Dans les mesures de ces savans

hauteur des quatre cimes les plus élevées de l'Himàlaya :

Le 14me pic a	25669 pieds angl.	(4013 tois.)	(7821 mètr.)
Le 12me	23263	(3637)	(7088)
Le 3me	22840	(3571)	(6959)
Le 23me	22727	(3553)	(6925)

Comme nous ignorons encore les détails des importantes opérations de M. Webb, il est difficile d'évaluer les erreurs que le jeu des réfractions a pu causer par une latitude de 30° à 32°. Si nous supposons que la plaine dans laquelle les angles de hauteur ont été pris a 1500 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer, et que la distance ait été de 1° 30′ en arc, le pic le plus élevé se sera présenté sous un angle de 2° 17′, en supposant une réfraction moyenne de 0,08 de l'arc compris entre la station dans la plaine et la cime. Or, pour que ce pic ne fût élevé au-dessus du niveau de la mer que

voyageurs, les angles de hanteur n'excédaient pas 4°19′. On peut s'étonner de la grande différence que l'on trouve entre des résultats tirés des mêmes élémens. Mais ces élémens sont très-compliqués; car les erreurs qui affectent les angles de dépression, celles de la hauteur du plateau de Quito et du sommet d'Ilinissa, influent toutes sur la mesure du Chimborazo. D'après ma mesure tentée dans le plateau de Tapia, près de Riobamba-Nuevo, auprès de la montagne écroulée de l'*Altar*, que les indigènes supposent avoir été plus élevée que le Chimborazo, je trouve ce dernier de 6530 mètres. J'ai publié le détail de cette opération dans l'introduction de mon *Recueil d'observations astronomiques*, t. I, p. LXXIV.

de 6800 mètres, c'est-à-dire, 270 mètres plus que le Chimborazo (1), il faudrait que le coefficient de la réfraction fût de 0,30, au lieu de 0,08; ce qui n'est guère probable, d'après ce que nous savons sur les réfractions dans une zone si méridionale.

Les opérations de M. Webb paraissent inspirer d'autant plus de confiance qu'en 1808, lorsque ce voyageur, dépourvu de baromètre, tenta, pour la première fois, la mesure des hautes cimes de l'Himâlaya (le Gangautri ou Mahadeva-Calinga et le Jamautri) (2), il s'exprima, dans une lettre à M. Colebrooke, avec la plus grande réserve sur cet essai. « La hauteur de l'Himâlaya, dit-il, reste encore à déterminer; mais en prenant la moyenne d'un grand nombre d'angles d'élévation pris, à différentes heures du jour, avec un instrument très-précis, et appuyant ces angles à une base suffisamment longue, mesurée dans la plaine de Rohilkhand, au sud-est de Pilibheet (lat. 28°—29°), je trouve que les pics les plus élevés de l'Himâlaya ont 21000 pieds anglais au-dessus de ma base, en comptant $\frac{1}{8}$ pour la réfraction; ce que je crois, pour ce climat, une réfraction très-forte. » Nous ignorons la hauteur des plaines de Rohilkhand au-dessus du niveau de l'Océan. Les deux baromètres qu'on avait envoyés de Calcutta à M. Webb avaient malheu-

---

(1) D'après la supposition de 6530 mètres.

(2) Par les 31° 4′ et 31° 23′ de latitude au nord de Sirinagour. Près Lallari, sur un plateau de 4000 pieds d'élévation, les deux pics se présentent sous un angle de 3° 17′ à 30 milles de distance. *Asiat. Res*, t. XI, p. 469.

reusement été brisés en chemin (1). Dans l'opération plus récente dont nous venons de présenter les principaux résultats, M. Webb a probablement pu déterminer la hauteur de sa base au-dessus de l'Océan par une mesure barométrique.

La partie perpétuellememt couverte de neige a, dans le Mont-Blanc, 2085 m., dans le Chimborazo 1735 m. de hauteur. Si le plus haut pic de l'Himâlaya, mesuré par M. Webb, a effectivement 7821 m. d'élévation absolue, il doit y avoir en été au moins 4271 m. de hauteur perpendiculaire depuis la limite inférieure de la neige jusqu'au sommet du pic; car, entre les 31° et 32° de latitude, on peut supposer cette limite des neiges à 3550 mètres au-dessus du niveau de l'Océan.

Il est impossible de réfléchir sur le résultat de ces mesures, sans se demander si derrière le groupe de montagnes de l'Himâlaya il ne se trouve pas quelque autre chaîne encore plus élevée. Nous connaissons, par le voyage intéressant de M. Moorcroft, le profil de ces Cordilières mieux que les cartes ne nous l'ont donné jusqu'ici. Ce voyageur courageux a passé l'Himâlaya en se rendant de Cossipoor au Gurwhalko, par la province de Kemaon. Après avoir gravi, pendant vingt-huit jours, dans des gorges et par des montagnes couvertes de neige, il parvint au plateau de Netée. De ce premier plateau il monta encore pendant cinq jours, et arriva, à travers la chaîne centrale de l'Himâlaya, au grand plateau où est située la ville de Dleapa. C'est sur ce chemin, en descendant la pente septentrionale qui conduit

(1) *Asiat. Res.* t. II, p. 448.

à Dleapa, qu'il trouva le Yak (Bos grunniens) et la chèvre dont les Tartares Latactes vendent la laine aux habitans de Cachemire (1).

Dans le nouveau continent, la chaîne des Andes est remarquable par sa continuité et par sa prodigieuse longueur, qui embrasse, du nord au sud, 120° en latitude. On sait que son étendue, dans le sens opposé à son axe longitudinal, n'excède généralement pas 2 à 3, rarement 4 à 5 degrés. Il ne faut pas mesurer la largeur d'une chaîne de montagnes là où un rameau latéral s'en sépare. Telle est la partie des Andes du Pérou, près d'Oruro et du Potosi, où les montagnes neigeuses de Santa-Cruz, de la Sierra et de Chiquitos se prolongent vers l'est, et s'approchent des montagnes du Brésil. Près de Caxamarca, par les 7° de latitude australe, où j'ai passé les Andes pour la quatrième fois, en allant des plaines de la rivière des Amazones aux côtes de l'Océan Pacifique, je n'ai trouvé la chaîne que de 23 lieues de largeur (2). Le plateau de Los Pastos, le plus vaste et le plus élevé que

(1) D'après MM. Elphinstone et Strachey, cette ville a 200,000 âmes, et fabrique annuellement 80,000 shauls. La meilleure laine est de Rodauk; le turruk de laine, pesant 12 livres, vaut à Cachemire 10 à 20 rupies.

(2) De 20 au degré. Ces évaluations se fondent sur des longitudes chronométriques. J'ai trouvé Tomependa, long. 80° 56'; Guayaquil, 82° 18', et Truxillo, 81° 23'; mais le passage de la Cordilière est entre Querocotillo et Cascas. Les plaines de l'Amazone, qui forment le pied des Andes à l'est, ont encore, d'après mes mesures barométriques, 350—400 mètres de hauteur au-dessus du niveau de l'Océan; ce sont cependant de véritables plaines, dans lesquelles de petits rochers de

j'aie vu dans l'Amérique méridionale, est formé, comme ceux du Mexique, par le dos même des Andes. Il conserve, entre la ville de Pasto et le Paramo del Boliche, là où s'élèvent les grands volcans de Cumbal et de Chiles, sur 85 lieues carrées, près de 3000 mètres d'élévation absolue, et la largeur des Andes, dans ce plateau extrêmement froid (entre les 0° 40′ et 1° 10′ de latitude nord), n'est que de 22 lieues (1) du S.-E. au N.-O.; car la Cordilière se dirige, sous ces parallèles, du S.-S.-O. au N.-N.-E. Ce groupe de montagnes de Los Pastos peut être considéré géologiquement comme un *nœud de la chaîne*. En partant de ce nœud, les Andes se divisent, au sud, dans le royaume de Quito, en deux, au nord, entre Popayan et Santa-Fé de Bogota, en trois chaînons parallèles. C'est par la ramification en trois chaînons et par l'interposition de deux vallées (2) longitudinales (dont le fond a 370 et 950 mètres d'élévation au-dessus du niveau de l'Océan) que la largeur des Andes, sur une

---

calcaire alpin se rencontrent isolés de distance en distance. Elles s'abaissent insensiblement vers le Pongo de Manseriche.

(1) La grande chaîne de l'Europe centrale est de $\frac{1}{5}$ plus large, en comptant sa largeur du S.-E. au N.-O. dans les Grisons, et du S. au N. dans le Tyrol.

(2) Comme la charpente des Andes, par les 4° et 6° de latitude nord, est encore très-peu connue, je dois rappeler que la chaîne orientale, celle qui sépare les plaines du Meta de la vallée de la Madeleine, est formée par les Paramos de Suma-Paz, de Chingasa et de Chita. La chaîne intermédiaire, située entre les vallées de la Madeleine et de Cauca, renferme les Nevados de Quindio (5613 mètres), d'Ervé et de Ruiz. La chaîne occidentale, celle du Choco et des montagnes

ligne qui passe par le Paramo de Chingasa, par la province d'Antioquia et par le Choco, atteint 5° ou 100 lieues de largeur. Les Cordilières du Mexique (la Sierra Madre) ont la même étendue transversale sur le parallèle de Durango.

Dans l'Asie centrale, les montagnes paraissent, au premier abord, former un massif immense, dont la surface égale celle de la Nouvelle-Hollande. Il y a depuis la Daourie jusqu'au Berlour-tâgh, de l'est à l'ouest, 47° en longitude; et depuis l'Altai jusqu'à l'Himâlaya, du nord au sud, 20° en latitude (1). C'est ce massif que l'on appelle si vaguement le *plateau de la Tartarie*, quoiqu'il présente, surtout dans son extrémité occidentale, de grandes inégalités, comme l'indiquent les productions et le climat de la Songarie, de la petite Boucharie, du Turfan

---

d'Avidi, est limitée par la vallée de Cauca et les côtes de la mer du Sud. Cette dernière chaîne est la moins élevée de toutes, et la seule qui offre, sur sa pente occidentale, dans un terrain d'une très-petite étendue (dans le Partido de Barbacoaa et au Choco, entre Quibdò et Novita), le platine de l'Amérique espagnole. M. Caldas a reconnu, par des mesures barométriques, qu'il existe au Choco une *zone de terrain aurifère et platinifère* dont la limite inférieure est élevée de 80—100 m., la limite supérieure de 800 m. au-dessus du niveau de l'Océan. Cette zone de *terrain de rapport* est la plus riche en or, entre les 1° 30′ et 6° de latitude boréale. Sa richesse diminue progressivement de 1° 30′ vers l'équateur. Ces rapports curieux de localité pourront peut-être jeter quelque jour sur l'origine de ce dépôt d'alluvion platinifère.

(1) A l'est, entre les 28° et 55° de latitude; vers l'ouest, entre les 34° et 50°.

et du Hami (Chamul, Chamil), célèbre par ses raisins. On peut admettre avec beaucoup de probabilité que ce plateau ne forme aucunement une masse continue, mais que plus du tiers de son étendue a une élévation peu considérable au-dessus du niveau de l'Océan.

Depuis que nous connaissons, par les travaux précieux de MM. Crawford, Macartney, Colebrook et Webb, la hauteur de l'Himâlaya, on se demande avec un intérêt bien vif, s'il existe au nord de l'Himâlaya d'autres chaînes de montagnes plus élevées encore. Lorsque plusieurs chaînons sont parallèles entre eux, aucune analogie ne force d'admettre que les chaînons intérieurs sont plus élevés que les extérieurs. D'après la connaissance imparfaite que nous avons jusqu'à ce jour de cet immense système de montagnes, il paraît divisé en trois ou quatre rangées principales, qui, en partie parallèles entre elles, se dirigent à peu près de l'est à l'ouest.

1°. La chaîne de l'Himâlaya qui, à l'ouest de l'Indus, prend le nom d'*Hindoo-Coosh*, semble se lier entre Hérat (Heraut) et Mushid (1) aux montagnes du Khorasan, et par la chaîne d'Elburz (entre Teheran (2) et la mer Caspienne) à celles de l'Ararat, du Caucase, du Taurus et de l'Asie mineure. Le Cachemire forme un plateau au pied de l'Himâlaya vers le sud, comme les plaines de Bogota en forment un, à 2650 mètres de hauteur, au pied du Chingasa. Lat. 28°—34°.

(1) *Macdonald, Kinneir Geogr. Mem. on Persia*, pag. 171.

(2) Le pic de Demavund, au N.-N.-E. de Teheran, est la plus haute cime de l'Elburz.

2°. La chaîne du Mustag (*Mouz-tâgh*, en turc, montagnes de glace) ou mont Karakurrum, le Sioue-chan ou Tien-chan des Chinois (1); dans le Turkistan, les monts Parmer, forment comme une prolongation du Mustag vers la Sogdiane (Samarkand et Bokhara), le site d'une ancienne civilisation. On ignore si le Mustag, qui, au nord de Ladac, vers le mont Kentaisse, se dirige à l'est, continue jusque dans le méridien de Lassa. Lat. 38°—39°.

3°. Les montagnes d'Alak, d'Argdjoun et de Bogdo, se réunissant (par le Bogdo) à la chaîne suivante et envoyant des rameaux au S.-E. Le Changai, l'Ungantagh et le Moussart, en sont-ils une continuation? Ce système de montagnes est très-peu connu. C'est la *Montagne céleste* des Chinois, le *Tengri-tâgh* des Hiong-noux. Lat. 44°.

4°. La chaîne de l'Altai (2) et du Chatai (Kutt), dont l'extrémité occidentale est l'Oulough-tagh. Lat. 46°—54°.

Ces trois ou quatre chaînes principales sont réunies et limitées à l'ouest, sous les 70° de longitude, par une digue transversale, dirigée du nord au sud, et qui rappelle par cette direction le grand coude que fait la chaîne des Alpes, depuis le Mont-Blanc jusqu'aux Alpes maritimes. Cette digue transversale est le Belourtagh (*Belour-tagh* en Ouigour, montagnes enveloppées de nuages) (3).

---

(1) *Deguignes*, *Hist. des Huns*. t. I, P. 2, p. XII.

(2) La hauteur du petit Altai est, d'après Laxman, de 2130 mètres. (*Bogdo-Oola* signifie en mongol la *Montagne auguste*.)

(3) D'après M. Pinkerton, Belourtagh, montagne de cristal.

M. Elphinstone considère les monts Solimaun, qui se prolongent au sud de l'Hindoo-Coosh, comme une continuation du Belourtagh. Peut-être le Moussart forme-t-il une autre digue transversale entre le Moustagh et le Bogdo ? La partie septentrionale du Belourtagh porte les noms de *Jimblai* et de *Kiziktagh*.

Les plateaux ou vallées qui se dirigent de l'ouest à l'est entre ces trois ou quatre chaînes principales sont :

a) Entre l'Himâlaya et le Moustagh, le *plateau du Thibet* (le Petit Thibet, Ladac ou Ladauk, le Grand Thibet). Si, comme le supposent quelques géographes, le Moustagh ne se prolonge pas à l'est jusqu'au méridien de Lassa, le plateau du Grand Thibet pourrait bien se confondre avec le plateau de la Mongolie. Je trouve, d'après les observations de M. Turner, la température moyenne du mois d'octobre à Tissoolumbo (lat. 29°) près de 5°,7. Comme, par cette latitude, la température moyenne de l'année est de 21° dans les plaines, et qu'à l'hospice du Saint-Gothard la température d'octobre est un peu au-dessus de la température moyenne de l'année, on pourrait croire, d'après la loi du décroissement du calorique en hauteur, que le plateau du Grand Thibet ne cède pas en hauteur au plateau de la province de Los Pastos dans les Andes.

b) Entre le Moustagh et le Bogdo, le *plateau de la Mongolie* (la petite Boukharie, avec les villes de Coten et d'Hyarkan ou Yarkand ; le Cashgar, dont la position a été savamment discutée par le major Rennell ; le Tangut, le Turfan et le désert Mongole de Chamo ou Gobi). On regarde généralement ce désert de Chamo comme le plateau le plus élevé du monde ; cependant, par les lati-

tudes de 42°—44°, une plaine qui n'est pas perpétuellement couverte de neige ne saurait excéder l'élévation de la vallée de Quito (1). Dans le Chamo, on ne trouve pas seulement des graminées, mais aussi quelques broussailles isolées. Le point culminant du désert est (selon M. Barrow) entre les sources du Sélinga, de l'Amour et du fleuve Jaune. Il n'est pas permis d'ailleurs de considérer toute cette vaste étendue de pays, comprise entre le Moustagh et le Bogdo, comme un plateau continu. Nombre de vallées ne peuvent avoir que six ou huit cents mètres de hauteur; car, dans la petite Boukharie, près d'Yarkand et de Koten, on cultive, dans la latitude de Murcie et de Valence, du vin et, d'après Marco-Polo, peut-être même du coton.

c) Entre le Bogdo et la chaîne de l'Altai, *les steppes de la Songarie*. Comme le Bogdo tourne au N.-N.-E. et se réunit à l'Altai, par les 98° de longitude, à l'ouest d'Irkutzk, la Songarie est séparée comme par une digue transversale des hautes plaines de Gobi.

En parcourant les descriptions qui ont été données, depuis Strahlenberg et Pallas, des régions peu connues entre l'Altai et l'Himâlaya, on voit qu'à l'ancien système d'un *nœud central* qui envoie des rangées de montagnes, comme des *rayons*, dans toutes les directions, on a substitué l'idée de *chaînons* à peu près parallèles entre eux.

---

(1) 2900 mètres. La grande plaine d'Antisana (dans les Andes de Quito) a 4100 mètres de hauteur. *Voyez*, sur la limite des neiges à l'Etna, dans le Caucase et les Pyrénées, entre les 37° ½ et 42° ½ de latitude, mes *Prolegomena de distrib. geogr. plantarum*, p. 124.

Les noms de *Moustagh*, de *Moussart*, de *Belourtagh*, de *Bogdo*, d'*Ouloughtag*, n'appartiennent proprement qu'à quelques cimes et ont été transférés à des chaînes entières. Ils rappellent, dans les langues tartares, ces noms vagues de *Sierra Nevada*, *Sierra Nublada*, *Sierra Grande*, qui sont si communs dans l'Amérique espagnole. Les plateaux de l'Asie centrale ne semblent être, en grande partie, ni de *hautes vallées* longitudinales, renfermées entre deux rangées de montagnes, comme les vallées de Quito et de Cuenca, ni des *bassins circulaires et fermés* comme ceux de Bogota et de Caxamarca, mais d'immenses plaines formées par le *dos même des Cordilières*, comme le plateau de la Nouvelle-Espagne. On ne doit donc pas s'étonner du peu de régularité que l'on découvre dans la disposition des cimes supportées par les hautes plaines. Les Cordilières du Mexique sont dirigées du S.-S.-E. au N.-N.-O.; cependant les montagnes dont l'élévation atteint 4500 mètres, et qui forment comme des groupes d'îles au milieu du plateau central, affectent des directions très-opposées. Lorsque les pics des Andes sont de basalte, de dolérite ou de porphyre trappéen (*trachyte*), on les trouve souvent alignés. On les croirait sortis, par soulèvement, de larges crevasses qui traversent le plateau, et l'on ne reconnaît guère, par la disposition des cimes les plus élevées, la direction générale de la Cordilière. Tel est l'aspect des Andes, le Moustagh de l'Amérique, partout où leur étendue en largeur est très-considérable.

Il n'est pas exact de juger de la hauteur d'une chaîne de montagnes uniquement d'après la hauteur des cimes les plus élevées. Un pic de l'Himâlaya excède le Chimborazo

de 1300 mètres ; le Chimborazo excède le Mont-Blanc de 1700 mètres ; le Mont-Blanc excède le Mont-Perdu de 1300 mètres. Ces différences ne donnent pas les rapports de la *hauteur moyenne* des chaînes mêmes, c'est-à-dire, la hauteur du *dos des montagnes* sur lequel s'élèvent les pics, les aiguilles, les pyramides et les dômes arrondis. La partie du dos qui forme les *passages* des Andes, des Alpes et des Pyrénées, nous fournit une mesure très-exacte du *minimum* de la hauteur qu'atteignent les chaînes des montagnes. C'est en comparant l'ensemble de mes mesures à celles de Saussure et de M. Ramond, que j'évalue la *hauteur moyenne* du dos des Andes, au Pérou, à Quito, et dans la Nouvelle-Grenade, à 3600 mètres ; le dos des Alpes et des Pyrénées s'élève à 2300 mètres. La différence des hauteurs moyennes des Alpes et des Cordilières est par conséquent de 500 mètres plus petite qu'on ne l'aurait cru d'après la hauteur des pics. Il serait intéressant de connaître la hauteur *moyenne* de la chaîne de l'Himâlaya entre les méridiens de Patna et de Lahore. Plus on multipliera les observations sous les différentes zones, et plus on parviendra à se former des idées exactes sur la structure et la configuration des montagnes. Aux yeux du géologue qui s'occupe de l'étude des *formations*, et qui est habitué à voir la nature en grand, la hauteur absolue des montagnes n'est pas un phénomène très-important : il n'est pas surpris de voir l'Himâlaya s'élever au-dessus des Andes, comme les Andes s'élèvent au-dessus des Alpes de la Suisse.

Les neiges perpétuelles ne commencent, près de l'équateur, dans les Andes, qu'à 4800 mètres d'élévation ; elles descendent vraisemblablement, dans l'Himâlaya, par les

30° de latitude, jusqu'à 3700 mètres. La végétation se développe donc, dans le Nouveau-Monde, sur une plus vaste étendue que dans les Cordilières de l'Inde. Comme sous la zone tempérée les neiges durcissent par l'effet du froid de l'hiver, tandis qu'elles restent molles dans les Andes de Quito, on pourra vraisemblablement traverser les neiges de l'Himâlaya, sans être forcé (comme nous l'avons été dans les Andes, M. Bonpland et moi) de suivre les arêtes étroites de rochers qui se présentent de loin, comme des stries noires, au milieu des neiges éternelles. Mais ces excursions pénibles, dont les récits excitent l'intérêt du public, n'offrent qu'un très-petit nombre de résultats utiles aux progrès des sciences, le voyageur se trouvant sur un sol couvert de glace, entouré d'une couche d'air dont le mélange chimique est le même que celui des plaines, et dans une situation où des expériences délicates ne peuvent se faire avec toute la précision requise (1).

Ce Mémoire était imprimé lorsque j'ai eu connaissance des observations intéressantes, tirées du douzième volume des *Recherches asiatiques*, et insérées dans le quatrième Numéro du *Journal de l'Institution royale* à Londres (2). Les mesures de l'Himâlaya que je viens de faire connaître ont été envoyées par M. Webb à M. Davis, un des directeurs de la Compagnie des Indes. J'en dois la communication à l'obligeante bonté de

(1) *Vues des Cord. et Monumens amér.*, t. I, p. 286.
(2) P. 388-392.

M. Sullivan. Voici l'extrait du Mémoire inséré dans le *Journal of Science and Arts :*

« Le pic de Chamalasi, près duquel passa le capitaine Turner après être entré dans le Thibet, est vu de différentes parties du Bengale à 232 milles de distance, ce qui indique, en admettant un état moyen de l'atmosphère par rapport à la réfraction terrestre, 28,000 pieds anglais. Un autre pic de l'Himâlaya paraît au Bengale sous un angle de 1° 1′ à une distance qui (d'après les cartes du major Rennell) ne peut être moindre de 150 milles. Sa hauteur au-dessus du niveau de la mer est par conséquent au moins de 26,000 pieds anglais. Le lieutenant-colonel Colebrooke a pris, dans deux stations du Rohilkhand (à Pilibhit et Jethpur), des angles de hauteur d'une cime qui, en supposant $\frac{1}{12}$ de réfraction, a 22,291 pieds (1) sur les plaines de Rohilkhand, et à peu près 22,800 pieds au-dessus du niveau de l'Océan. Selon quelques observations du major Lambton, la réfraction terrestre, dans le climat de l'Inde, est de $\frac{1}{8}$; elle varie de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{18}$. Un grand nombre d'autres mesures, également exactes et faites (en 1802) à Cathmandu, par le colonel Crawford, ont été communiquées au président de la Société de Calcutta. M. Crawford avait mesuré quatre fois, avec le plus grand soin, une base de 852 pieds, vérifiée par une autre base de 1582 pieds. La première de ces bases a servi pour résoudre les triangles de la vallée de Nepaul, et c'est aux extrémités de ces triangles, sur des points dont la distance réciproque était connue, que l'on a pris les angles de hauteur des pics de l'Himâlaya. La

(1) Toujours en pieds anglais.

position de ces mêmes pics a été déterminée par une opération analogue, faite dans les plaines du Béhar.

Le mont Dhaibun a 20,140 pieds de hauteur perpendiculaire au-dessus de Cathmandu, qui est élevé de 4500 pieds au-dessus du niveau de l'Océan ; d'autres pics ont 17,819, 20,025, 18,662 pieds. Tous sont visibles de Patna. Le plus proche de ces pics est à 170 milles anglais de distance ; le plus éloigné est à 226 milles.

Le Dhawalagiri, *montagne blanche* (le Mont-Blanc de l'Himâlaya), paraît situé près des sources de la rivière Glandac ; elle fut trouvée par M. Webb, en la relevant de quatre points différens, et en prenant trois angles de hauteur de 26,784 et de 27,551 pieds, selon qu'on compte $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{11}$ de réfraction. Le président de la Société de Calcutta trouve qu'en supposant les erreurs de l'observation et de la réfraction au *maximum* et également en excès, le pic Dhawalagiri est encore élevé au-dessus des plaines de Gorakhpur de 26,462 pieds, et au-dessus du niveau de la mer de 26,862. On a publié en même temps une série de mesures barométriques pour déterminer les cimes accessibles de la chaîne de montagnes qui avoisine l'Himâlaya. Voici les résultats trigonométriques qui offrent le plus de confiance :

Dhawalagiri ou Dholagir, au-dessus de Gorakhpur (supposé à 400 pieds au-dessus du niveau de la mer) :

Par deux observations.............	26,462 pieds.
Par trois observations.............	27,677
Dhawalagiri, au-dessus du niveau de la mer..........	26,862

Yamunavatari ou Jamautri, au-dessus du sommet de Nagunghati (qui a 5000 pieds

au-dessus du niveau de la mer) .... 20,895 pieds.

Yamunavatari, au-dessus du niveau de la mer 25,500

Une montagne que l'on suppose être le Dhaibun, au-dessus du niveau de la mer. 24,740

En comptant les hauteurs, non au-dessus des bases mesurées, mais au-dessus du niveau de l'Océan, on trouve un pic, visible à Pilibhit et Jethpur, de 22,768 pieds; une autre montagne vue à Cathmandu, dans la direction de Calabhairavi, de 24,625 pieds. La vallée de Nepaul même, dans laquelle plusieurs bases ont été mesurées, a 4600 pieds de hauteur absolue. »

La plus haute cime de l'Himâlaya atteint, d'après M. Webb, 4013 toises, ou 7821 mètres; d'après le calcul (plus récent?) du président, 4201 t., ou 8187 m. Cette différence ne tient-elle qu'aux diverses suppositions de réfraction et à l'emploi de différentes formules barométriques?

Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences.

Séance du lundi 4 novembre 1816.

M. Cadet offre à l'Académie un Mémoire intitulé : *Cadastre de France.*

M. le chevalier Gaufridi demande que l'Académie se fasse rendre compte de la nouvelle démonstration du

parallélogramme des forces qu'il a soumise à son jugement.

Au nom d'une commission, M. Deschamps lit un rapport sur un Mémoire de M. le baron Boyer, intitulé: *Remarques et observations sur quelques maladies de l'anus.*

M. Boyer s'occupe, dans son Mémoire, de cette maladie connue sous le nom de *fissure;* excoriation pourvue d'une sensibilité extrême, qui s'étend quelquefois en dehors, le plus souvent est cachée dans l'intérieur, mais toujours près le sphincter. « Les moyens les mieux indiqués, dit M. Deschamps, les calmans, les narcotiques même, avaient été insuffisans non-seulement pour la cure de la maladie, mais même pour le soulagement des malades; il était réservé à M. Boyer d'établir un traitement curatif dont le succès n'est point douteux, puisqu'il est appuyé sur plus de cinquante réussites tant à l'hôpital de la Charité qu'en ville. Ce traitement consiste dans l'incision du sphincter de l'anus et dans des précautions à prendre pour que les bords incisés ne se réunissent pas entièrement. »

Les commissaires regardent le Mémoire de M. Boyer comme un travail neuf et complet sur la maladie dont il est question, et ont proposé à l'Académie de le faire insérer dans le volume des *Savans étrangers.*

M. de Jonnès lit un Mémoire sur les volcans éteints de la Martinique.

M. Montain lit un Mémoire sur divers points de chirurgie: il est renvoyé à l'examen de MM. Pelletan, Deschamps et Duméril.

Séance du lundi 11 novembre 1816.

M. Hippolyte Cloquet présente une Dissertation sur les odeurs, sur le sens et les organes de l'olfaction, et son *Traité d'anatomie descriptive.* (MM. Duméril et Hallé en feront un rapport verbal.)

On présente le précis analytique des travaux de l'Académie royale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Rouen.

M. Jaume Saint-Hilaire lit un Mémoire sur quelques végétaux qui donnent de l'indigo. (MM. Déyeux et Mirbel commissaires.)

M. Henri Cassini lit un Mémoire sur la famille des Synanthérées, contenant l'analyse de l'ovaire et de ses accessoires. (MM. Delamarck, de Jussieu et Mirbel sont chargés de l'examiner.)

La Section d'agriculture et d'art vétérinaire présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour une des deux places de correspondans vacantes dans son sein.

Agriculteurs. MM. François-André Michaux, de Perthuis, le marquis de Barbançois, Thaër à Berlin, Hubert à l'île de Bourbon, Steven à Nikita en Crimée, Schwarts en Suisse.

Vétérinaires. MM. Volkstein en Holstein, Clark à Londres, Colman *idem*, Knobloch à Vienne, Buniva à Turin, Girou de Buzareingues.

La Section expose les titres de ces candidats : leur mérite est discuté.

Séance du lundi 18 novembre 1816.

On présente une Notice de M. Huzard sur les mots *hippiâtre*, *vétérinaire* et *maréchal*;

Le *Manuel du Philosophe*, ou *Principes éternels*, par M. Azaïs;

Une *Lettre* de M. Jambon *sur la machine uranographique* de M. Rouy;

Traité d'hygiène, par M. Mello Franco;

Tableau élémentaire d'histoire naturelle des animaux, traduction portugaise de l'ouvrage de M. Cuvier, par M. d'Almeïda.

M. Victor Jorge invite les membres de l'Académie à venir examiner sa *pompe centrifuge*.

M. Pointot présente une *pendule à réveil et à briquet*. (MM. Prony et Breguet, commissaires.)

Au nom d'une commission, M. de Humboldt lit un *Projet d'instruction pour le voyage autour du monde*, de M. Freycinet.

M. de Jonnès lit un *Mémoire sur les volcans de la Martinique*. (Les anciens commissaires sont chargés d'en prendre connaissance.)

L'Académie va au scrutin pour l'élection d'un correspondant dans la Section d'économie rurale.

M. Michaux, ayant réuni 36 voix sur 44, est nommé. Un second scrutin, pour l'autre place, donne la majorité absolue à M. Clark.

La Section de géographie et de navigation présente, en comité secret, la liste suivante de candidats :

MM. Loewenhorn à Copenhague, Bauza à Madrid, Franzini à Lisbonne, le comte de Blois, Moreau de Jonnès et Malavois.

La Section donne des renseignemens sur le mérite des candidats ; leurs titres sont discutés par l'Académie.

Séance du lundi 25 novembre 1816.

M. Cuvier présente ses *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des mollusques*, avec 35 planches en taille-douce, un vol. in-4° (1).

M. de Montbret lit une Note *sur divers objets de navigation et de minéralogie qui peuvent être pris en considération dans l'expédition* de M. Freycinet.

M. Ramond lit les *Instructions relatives à la minéralogie*, destinées aux membres de l'expédition de M. Freycinet.

M. Laplace lit une Note *sur l'action réciproque des pendules et sur la vitesse du son dans les diverses substances*. (Elle fait partie du Cahier précédent.)

MM. Bréguet et Prony font un rapport *sur la pendule à réveil* de M. Pointot.

Cette pendule est composée d'un mouvement ordinaire au-dessus duquel est une batterie de fusil et une bougie qui communique au bassinet au moyen d'une mèche imbibée de poudre par un bout, et de soufre par l'autre. Le tout est recouvert par deux portes en cuivre. Une communication entre le mouvement et la détente fait

---

(1) La plupart de ces Mémoires avaient déjà paru, depuis long-temps, dans les *Annales du Muséum d'histoire naturelle*; d'autres, tels que ceux qui traitent des céphalopodes, des haliotides et genres voisins, n'avaient jamais été imprimés.

partir, à un moment déterminé, la batterie, qui, enflammant la poudre renfermée dans le bassinet, allume la mèche d'artifice vers son extrémité imbibée de poudre; l'inflammation se communique à la partie soufrée et, par suite, à la bougie. Cette machine présente ainsi la réunion de trois effets mécaniques produits successivement les uns par les autres, savoir : l'ouverture des portes, le jeu du réveil et celui de la batterie. Du reste, il est peu probable qu'elle puisse convenir à un grand nombre de personnes : les préparatifs qu'elle nécessite sont longs et fastidieux; la combustion de la mèche répand une odeur de poudre et de soufre qui doit être assez généralement incommode.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondans pour la Section de géographie et navigation.

Au premier tour, M. Loewenhorn, ayant réuni 43 voix sur 53, est nommé.

Personne, au second tour, n'ayant reuni la majorité absolue, on procède à un troisième scrutin qui fournit les résultats suivans : M. de Jonnès, 30 suffrages; M. Franzini, 16; M. Bauza, 11: M. Moreau de Jonnès est nommé.

La Section de chimie présente en comité secret la liste suivante pour les trois places de correspondans vacantes dans son sein :

MM. Wollaston à Londres, Dalton à Manchester, Berzelius à Stockholm, Desormes à Verberie, Bérard à Montpellier, Braconot à Nancy.

La Section de minéralogie présente la liste qui suit pour la place de correspondant vacante :

MM. Fleuriau de Bellevue à la Rochelle, Omalius de Halloy à Mons, Léonhard à Munich, Daubuisson à Toulouse.

Nouvelles Expériences tendant à démontrer qu'il existe une force magnétisante dans l'extrémité violette du spectre solaire.

PAR COSIMO RIDOLFI.

(*Giornale di Fisica Chimica, Storia naturale, Medicina ed Arti. Settembre e ottobre* 1816. *Pavia.*)

(Extrait.)

L'AUTEUR s'est proposé, en répétant les expériences du professeur Morichini, de combattre les difficultés qui, dit-il, ont été faites contre son intéressante découverte par différens physiciens. Il assure n'avoir jamais eu besoin de plus de 35′ pour communiquer la vertu magnétique à une aiguille sur laquelle il *promenait* le foyer des rayons violets. Ce foyer ayant été projeté sur la boule d'un thermomètre, on évalua son effet calorifique, et pendant six mois entiers on conserva les aiguilles dans une chambre, à la température ainsi déterminée ; après ce temps elles ne présentèrent que de légères traces de magnétisme ; en sorte qu'il n'est pas possible d'attribuer à la chaleur seule les phénomènes observés : l'une des aiguilles était placée dans le méridien du lieu ; l'autre de l'est à l'ouest ; la troisième dans le méridien magnétique. On recommença ensuite l'expérience en laissant les aiguilles dans la même situation ; mais pour cette fois la boîte en verre qui les renfermait fut librement exposée à la lumière du jour et à celle du soleil. Après six mois, M. Ridolfi reconnut une force magnétique sensible,

peu de transparence de ces deux milieux. L'action prolongée du foyer des rayons violets ne donna pas le plus léger degré de magnétisme à une aiguille qui, pendant toute la durée de l'opération, était recouverte d'une couche d'eau qu'un léger rebord empêchait de s'écouler. Le ciel le plus serein, lorsqu'il succède à une pluie d'orage, est contraire à ce genre d'expérience. Il en est de même d'un ciel nuageux; aux heures, enfin, où la lumière solaire nous parvient très-obliquement, la force magnétisante des rayons violets est toujours très-faible, quelque condensation qu'on leur fasse éprouver.

Sur un moyen d'améliorer les Grains moisis.

M. Hatchett, dans une lettre adressée à sir Joseph Banks, et qui a été lue à la Société royale le 5 décembre 1816, a communiqué un procédé pour améliorer les grains moisis. Il y a plusieurs années, ce savant avait entrepris des recherches sur la qualité et les produits du blé et de l'orge, et à cette occasion il découvrit que du grain moisi qui était amer au point d'être entièrement impropre à aucun usage, et qu'on pouvait à peine moudre, recouvrait ses bonnes qualités en l'immergeant simplement dans l'eau bouillante, et en l'y laissant jusqu'à ce que l'eau fût refroidie. La quantité de ce liquide employée fut toujours double de celle du grain qu'on devait purifier. M. Hatchett trouva que le moisi pénétrait rarement à travers l'écorce du blé, et que, dans les cas les plus mauvais, il n'atteignait pas la matière amilacée qui se trouvait immédiatement au-dessous. Tous les grains gâtés nagent à la surface de l'eau chaude,

et ceux qui se précipitent sont débarrassés de toute impureté, sans aucune perte réelle. Le grain, après avoir été desséché, est amélioré à un degré qu'on aurait de la peine à concevoir si on n'en faisait l'expérience.

Méthode perfectionnée de faire le Pain.

Suivant M. Edmund Davy, le carbonate de magnésie du commerce, bien mêlé avec les farines nouvelles, dans la proportion de vingt à quarante grains par livre de farine, leur communique la propriété de faire un meilleur pain. La pâte faite avec le carbonate de magnésie lève bien dans le four, et le pain, après sa cuisson, est léger et spongieux, a une bonne saveur, et tient bien. Dans les cas où la farine est d'une qualité passable, vingt à trente grains de carbonate de magnésie par livre de farine améliorent singulièrement le pain ; lorsqu'elle est de la plus mauvaise qualité, quarante grains sont nécessaires pour produire le même effet. Dans tous les cas, il faut avoir l'attention de bien mêler le carbonate avec la farine, avant de faire la pâte.

La potasse et la soude, caustiques ou carbonatées, employées en petite quantité, améliorent jusqu'à un certain point le pain fait avec les farines nouvelles; mais aucune substance ne réussit mieux que le carbonate de magnésie. Voici les résultats d'une épreuve comparative faite avec les plus mauvaises farines de seconde sorte qu'il fut possible de se procurer, avec et sans l'addition du carbonate de magnésie.

On fit cinq petits pains contenant chacun une livre de farine, cent grains de sel commun, et une bonne cuil-

lerée de levure. La pâte, pour chacun d'eux, fut faite avec de l'eau à la température de 38° centigrades, et mise fermenter devant le feu pendant deux heures, à la température de 21°.

Le premier pain ne contenait rien autre chose; le second contenait 10 grains de carbonate de magnésie, le troisième 20 grains, le quatrième 30, et le cinquième 40. Les pains, après leur cuisson, furent examinés: le premier s'était aplati dans le four; il avait l'apparence d'une galette, était mou, pâteux, et adhérait aisément au couteau. Le second, contenant 10 grains de carbonate de magnésie, était amélioré; il avait mieux levé que le premier, mais l'amélioration était peu remarquable. Le troisième pain était très-supérieur, et assez léger et poreux; le quatrième, avec trente grains de carbonate de magnésie, était encore mieux; mais le cinquième était supérieur à tous les autres par sa belle couleur et sa légèreté uniforme.

On peut être rassuré sur l'emploi du carbonate de magnésie dans la proportion qui a été indiquée. On l'administre, même aux enfans, avec toute sûreté, et l'usage exclusif du pain fait avec le carbonate de magnésie, pendant cinq semaines, n'a fait éprouver à M. E. Davy aucun mauvais effet.

M. E. Davy promet de nouvelles expériences pour déterminer comment agit le carbonate de magnésie dans la panification des nouvelles farines.

Sur les Produits des Machines à vapeur.

Dans le courant de l'année 1811, les principaux propriétaires des mines de cuivre et d'étain de Cornouailles chargèrent des ingénieurs expérimentés d'étudier avec soin le jeu des nombreuses machines à vapeur qui sont établies dans ce comté, et d'évaluer, aussi exactement que possible, leur effet moyen. Les résultats de ce travail ont été régulièrement insérés dans le *Philosophical Magazine* de M. Alexandre Tilloch. Il nous a semblé qu'il serait utile de les faire connaître en France, surtout dans un moment où ces ingénieux appareils commencent à être plus généralement employés dans nos usines, nos manufactures, etc. Les résultats dont il s'agit ont d'ailleurs sur ceux qui se déduiraient d'une expérience isolée, l'avantage d'être presque tout-à-fait indépendans des petites irrégularités de construction, et feront connaître avec exactitude ce qu'on est en droit d'attendre d'une machine dont toutes les parties seraient convenablement ajustées.

Par une moyenne entre toutes les déterminations obtenues pendant les années 1812, 1813, 1814 et 1815, une machine à vapeur, construite sur les anciens principes, élève 20 millions de livres (*pounds*) à un pied de haut par boisseau (*bushel*) de charbon consumé. Le plus faible produit, durant ce même intervalle, a été de 17 millions; le plus fort de 21,5 millions. Ces nombres se fondent sur l'observation d'une vingtaine de machines distinctes.

En 1816, les produits moyens mensuels de 35 anciennes machines ont toujours été compris, d'après le

même système d'évaluation, entre 19,5 et 21 millions de livres par boisseau de charbon consumé. Le lecteur trouvera au besoin, dans ces données, de quoi calculer ce que peut coûter en France une quantité donnée de travail, exécutée par une pompe à feu ; il lui suffira pour cela de savoir qu'une livre anglaise correspond à $371^{gr},931$; qu'un pied anglais égale $0^{m},3048$, et que le boisseau anglais (*bushel*) est au boisseau français comme 2810 est à 1000.

M. Watt a souvent déclaré que l'effet *maximum* de ses meilleures pompes à feu peut être représenté par 29 millions de *pounds* élevés à un pied de haut, par boisseau de charbon consumé. Les évaluations précédentes sont, comme on voit, très-inférieures à cette limite ; les produits des nouvelles machines de Woolf la surpassent au contraire beaucoup. Ces machines, dans lesquelles, comme on sait, la vapeur n'agit sur le piston que par l'intermédiaire d'un liquide, tel que de l'huile, du suif, des graisses animales, etc., ont donné jusqu'à 56 millions de *pounds* par *bushel* de charbon. Il est vrai qu'alors on avait ajouté les avantages d'une haute pression à ceux que procure naturellement l'artifice dont nous venons de parler.

---

*Sur l'Opposition d'*Uranus *observée par Flamsteed en* 1715, *et sur les résultats qu'on peut en tirer.*

PAR J.-C. BURCKHARDT (1).

Lu au Bureau des Longitudes le mercredi 27 décembre 1816.

L'OPINION un peu défavorable qu'on a émise sur les observations de Flamsteed (2) m'a engagé de les calculer moi-même avec tous les soins dont je suis capable. J'ai commencé par m'assurer des mouvemens propres des

---

(1) La découverte que M. Burckhardt vient de faire, dans les catalogues de Flamsteed, de cinq anciennes observations de la planète *Uranus*, et les importantes conséquences qu'il en a déduites, donnent trop de prix à sa note pour que nous devions craindre qu'on la trouve déplacée dans ce Journal.

(*Note des Rédacteurs.*)

(2) Dans la séance de l'Académie des Sciences du 16 décembre 1816, j'ai annoncé que Flamsteed avait observé *Uranus* le $\frac{\text{22 mars}}{\text{2 avril}}$ 1712 ; les 21, 22 et 27 février (4, 5 et 10 mars) 1715, et le $\frac{18}{29}$ avril 1715. M. Bode avait trouvé que Flamsteed l'avait observé en 1690, le $\frac{15}{25}$ décembre, et Mayer en 1756, le 27 septembre. M. Le Monnier a présenté anciennement à l'Académie une observation faite le 15 janvier 1764, et deux faites les 27 et 30 décembre 1768. Enfin, M. Bessel a trouvé une observation dans Bradley, et je n'ai pas pu résister à la curiosité de la chercher ; c'est le 3 décembre 1753, après la 61e du *Verseau*. L'ascension droite d'*Uranus* fut observée de $22^h.23'.21''43$, ou de $335°.50'.21'',5$.

(*Note de l'Auteur.*)

étoiles *d* du *Lion* et *b* de la *Vierge*, et j'ai trouvé —0",20 et —0",21; Piazzi leur donne —0",20 et —0",27 : ainsi il paraît qu'il n'y a rien à craindre de ce côté. Ayant calculé, par les Tables de M. Delambre, les ascensions droites et les déclinaisons apparentes d'*Uranus* (où la longitude, par erreur de calcul, a été employée d'une minute trop forte), j'ai trouvé les corr. des Tables comme il suit, mais qui seront de 1' à peu près trop fortes :

En AR 21 févr. —2'.13",0 et —2'.19",0;
22 févr. —2'.23",0 : : ;
le 27 févr. —2'.0",0 et —2'.15",0.
En déclin. + 65",9; + 54",6; + 53",5; + 42",1;
+ 55",3; + 53",6; + 53",7.

Parmi ces dernières, il y en a deux qu'on pourrait rejeter; mais comme elles se compensent, nous prendrons le milieu de toutes, savoir :

+ 54",1, et en AR —2'.17",4.

En appliquant ces erreurs aux ascensions droites et déclinaisons calculées, on obtiendrait les lieux observés de la planète avec une grande précision.

Mais, vu l'erreur de calcul, j'ai préféré de prendre le milieu entre les deux observations de chaque jour, en rejetant seulement la différence de déclinaison de *d* du *Lion*, du 21 février, laquelle est évidemment en erreur d'une dixaine de secondes.

De cette manière, j'ai obtenu :

Le 21 févr. AR	170°. 40'. 18",0.	Décl. bor.	4.54.22,7;
Le 27 févr.	170 . 25 . 45 , 0.		5. 0.38,6.

s'ajoutera à la longitude moyenne des Tables. On augmentera aussi de 6'.26" l'aphélie, et on supposera que les Tables de l'équation du centre du rayon vecteur appartiennent à l'année 1813.

Avertissement des Rédacteurs.

La Société des *Annales* nous chargea, au commencement de 1816, de la rédaction de son Journal, et annonça en même temps, par un *Prospectus* particulier, l'intention où elle était d'en étendre le plan; le choix d'un plus petit caractère d'impression fit gagner sur chaque cahier l'équivalent de 36 pages, qui ont été consacrées à la publication des travaux de physique. Nous avons pensé depuis qu'il serait utile de donner, à côté des Mémoires originaux qui nous parviendraient directement, ou que nous extrairions des journaux étrangers, une analyse plus ou moins détaillée des autres recueils périodiques qui se publient en français. Les journaux anglais et allemands nous ont paru renfermer trop fréquemment des articles d'un intérêt purement local, pour qu'il fût nécessaire de les comprendre dans cette analyse; mais du moins nous nous sommes toujours empressés d'en extraire *tous* les Mémoires qui, par la nouveauté des vues ou des expériences, nous ont semblé ajouter quelque chose à la masse de nos connaissances. Les recueils périodiques italiens nous ont souvent manqué en 1816. Nous avons pris des mesures pour qu'à l'avenir ces journaux, aussi-bien que ceux qui se publient en Amérique, nous parviennent plus régulièrement, et tout nous fait espérer qu'en 1817 nous pourrons tenir nos lecteurs parfaitement au courant des progrès que feront les sciences chimiques et physiques, tant dans l'ancien que dans le nouveau continent.

Nos extraits étant quelquefois accompagnés de remarques critiques, nous nous empressons de prévenir ceux qui croiraient avoir à s'en plaindre, que nous publierons leurs réponses avec plaisir, car nous sommes persuadés que la science ne peut que gagner à de telles discussions. La Société des *Annales* nous ayant cédé la propriété de ce journal, nous prierons encore les personnes qui voudraient y insérer quelque travail particulier de le faire remettre directement à notre adresse, à l'Observatoire royal, rue d'Enfer. C'est toujours M. Crochard, libraire, rue de l'Ecole-de-Médecine, n. 3, qui reçoit les abonnemens. Les nouvelles charges qui nous ont été imposées par les circonstances, nous ont forcé d'en porter le prix à *vingt-quatre francs* par an.

	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Therm. maxim.	Therm. minim.	à midi.	Vents
1	741,20	+ 7,7	93	740,78	+11,2	92	740,79	+10,2	91	744,48	+ 6,2	95	+11,2	+ 6,2	Pluie fine.	S. O.
2	746,24	+ 9,1	90	745,50	+11,4	84	744,00	+11,4	84	743,92	+ 9,4	92	+11,4	+ 5,2	Couvert.	S.
3	746,19	+ 9,7	89	746,68	+12,7	82	746,38	+12,2	80	747,62	+ 8,4	95	+12,7	+ 7,7	Couvert.	S.
4	748,09	+ 7,6	93	748,18	+ 9,0	90	747,70	+ 9,4	94	749,57	+ 7,7	96	+ 9,4	+ 7,0	Pluie fine.	N.
5	752,49	+ 8,2	89	752,29	+10,4	86	751,37	+11,5	81	749,41	+ 8,7	85	+11,5	+ 6,2	Couvert.	S.
6	742,67	+10,2	94	743,30	+10,0	91	745,63	+ 9,9	81	747,20	+ 7,3	89	+11,0	+ 7,0	Pluie fine.	O.
7	742,52	+ 6,4	92	741,64	+ 8,7	86	741,58	+ 6,5	77	744,12	+ 2,2	76	+ 8,8	+ 2,2	Couvert.	S. O.
8	746,84	+ 2,4	90	747,10	+ 4,4	81	746,79	+ 5,5	80	746,38	+ 2,7	91	+ 5,5	— 0,2	Couvert.	S.
9	738,38	+ 7,2	92	737,42	+10,7	82	736,66	+10,1	73	737,79	+ 5,9	85	+10,7	+ 5,6	Très-nuageux.	S. O.
10	741,96	+ 6,9	84	744,46	+ 6,9	80	746,75	+ 3,1	80	750,22	+ 0,3	92	+ 7,5	+ 0,1	Eclaircies.	O.
11	754,08	+ 0,4	87	755,93	+ 2,7	67	756,50	+ 3,1	64	753,18	+ 2,5	74	+ 3,2	+ 0,2	Beau.	N. O.
12	743,26	+ 6,5	86	744,80	+ 8,1	86	747,76	+ 8,9	83	753,92	+ 6,6	95	+10,5	+ 5,2	Très-couvert.	O.
13	756,11	+10,0	94	756,26	+11,9	92	755,96	+12,5	87	756,70	+11,2	94	+12,5	+ 8,5	Couvert.	O.
14	753,81	+10,6	93	752,89	+11,9	77	752,00	+ 8,6	87	749,13	+ 5,3	92	+11,9	+ 4,7	Nuageux.	O. N. O.
15	747,38	+ 2,0	89	747,19	+ 4,4	76	746,15	+ 1,5	91	746,84	+ 0,5	94	+ 4,4	+ 0,5	Couvert.	O.
16	752,57	+ 0,6	92	752,71	+ 4,2	81	752,91	+ 4,7	79	755,26	+ 2,5	94	+ 4,7	— 0,2	Nuageux.	N. O.
17	758,49	+ 1,2	94	759,89	+ 4,2	82	759,94	+ 4,7	71	760,85	+ 0,6	90	+ 4,7	— 0,1	Nuageux.	N. O.
18	759,28	+ 1,1	92	758,16	+ 3,8	83	756,64	+ 4,1	84	753,83	+ 3,7	89	+ 4,1	— 0,2	Très-nuageux.	S.
19	755,95	+ 5,2	93	756,64	+ 7,7	86	757,22	+ 7,9	90	759,44	+ 0,5	94	+ 7,9	+ 3,7	Pluie.	S. O.
20	761,76	+ 6,0	94	761,84	+ 8,7	89	761,53	+ 7,7	89	761,88	+ 3,7	94	+ 8,7	+ 3,7	Très-nuageux.	S. S. E.
21	760,32	+ 1,2	91	759,14	+ 4,6	82	757,44	+ 3,2	85	755,82	+ 0,1	94	+ 4,6	— 0,5	Très-nuageux.	E.
22	751,97	— 0,1	84	751,16	+ 0,9	76	749,82	+ 0,9	75	749,48	— 2,7	74	+ 0,9	— 3,0	Nuageux.	E.
23	749,64	— 5,7	77	750,15	— 3,4	73	750,55	— 2,1	71	752,17	— 3,2	73	— 2,1	— 6,4	Beau.	N. E.
24	755,47	— 5,6	71	756,29	— 1,5	50	756,21	— 0,7	43	758,17	— 4,1	69	— 0,7	— 6,8	Beau.	N. E.
25	759,59	— 5,9	76	759,55	— 2,0	73	759,38	— 1,1	72	760,15	— 2,0	94	— 1,1	— 6,9	Vapeurs.	S. E.
26	760,63	+ 0,9	94	760,57	+ 2,2	89	760,06	+ 2,7	92	751,53	+ 2,4	94	+ 2,7	+ 0,2	Couvert.	S.
27	767,20	+ 3,0	92	767,76	+ 4,6	93	768,29	+ 4,9	93	769,79	+ 3,2	94	+ 4,9	+ 2,5	Brouillard épais.	N. O.
28	770,29	+ 2,0	92	769,98	+ 2,4	92	769,60	+ 2,4	92	770,04	+ 0,9	93	+ 2,5	+ 0,5	Couvert.	S. E.
29	770,29	— 0,5	92	770,03	— 0,2	92	769,19	+ 0,2	92	769,83	+ 1,2	92	+ 1,3	— 0,8	Brouillard.	S. E.
30	771,10	+ 4,0	89	771,03	+ 4,9	86	771,11	+ 5,1	69	772,14	+ 1,5	94	+ 5,1	+ 1,5	Nuageux.	N. N. E.
1	744,66	+ 7,5	91	744,73	+ 9,5	85	744,76	+ 9,0	82	746,07	+ 5,9	90	+10,0	+ 4,7	Moyenpes du 1 au 10.	
2	754,27	+ 4,4	91	754,63	+ 6,8	82	754,66	+ 6,4	83	755,10	+ 4,2	91	+ 7,3	+ 2,6	Moyennes du 11 au 20.	
3	761,65	— 0,7	86	761,57	+ 1,2	81	761,17	+ 1,5	78	760,91	— 0,3	87	+ 1,8	— 2,0	Moyennes du 21 au 30.	
	753,52	+ 3,7	89	753,64	+ 5,8	83	753,53	+ 5,6	81	754,03	+ 3,3	89	+ 6,3	+ 1,8	Moyennes du mois.	+ 4,1

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Novembre* 1816.

Ce qui donne :

Les long. hélioc. obs.	$5^s.19^o.11'.15'',0$, et $5^s.19^o15'.45'',1$.	
calcul.	$5.19.12.16,7$, et $5.19.16.55,2$.	
	Corr. des Tables, $-1'.1'',7$ et $-1'.10'',1$.	
	Milieu $-1'.5'',9$ en longit.	
Lat. hélioc. observ.	$45'.54'',1$, et $45'.56'',6$ bor.	
calcul.	$45.56,8$, $45.56,4$.	
	$-2'',7$ et $+0'',2$.	
	Milieu $-1'',2$ en lat.	

Dans l'opposition de 1799, MM. Lalande et Zach trouvèrent la correction des Tables de M. Delambre de $-6''$ et de $-8'',7$ (*Eph. géogr.*, 1799. I, p. 621) ; mais je la réduirai à $-5''$, vu qu'on a augmenté les ascensions droites de toutes les étoiles de $4''$ à peu près. En comparant cette opposition à celle de Flamsteed, on trouve $60'',9$ de différence, qui ne peuvent provenir que du moyen mouvement, vu qu'il y a une révolution juste entre les deux observations ; de sorte que les erreurs possibles sur l'aphélie et sur l'excentricité n'ont aucune influence sur ce résultat. Or, $60'',9$, divisées par 84, donne $+0'',725$ par année julienne ; ce qui portera le mouvement annuel à $4^o.17'.55'',520$, et le mouvement séculaire à $2^s.9^o.52'.30'',0$. Ce résultat me paraît d'autant plus important qu'il n'était pas possible actuellement de séparer les inconnues.

Les observations de 1715 et 1753 sont très-bien situées pour déterminer le lieu de l'aphélie ; celles de 1690 et 1781 sont très-propres à décider sur l'équation du

centre. La première combinaison, savoir, 1690, 1715 et 1753, m'a donné les corrections suivantes à appliquer aux Tables de M. Delambre, savoir :

A l'époque de 1799, + 34″,1 ;
A l'aphélie + 6′.41″, à l'équation —55″,3.

La deuxième combinaison, savoir, 1715, 1753 et 1781, donne :

Corr. de l'époque de 1799, + 27″,5 ;
De l'aphélie + ′6.26″, de l'équation + 3″,6.

Ces derniers élémens donnent, en 1816, la longitude d'*Uranus* de 39″ plus grande que les Tables de M. Delambre, et je me rappelle que, dans la dernière séance, M. Bouvard a dit que l'erreur des Tables allait actuellement à 40″.

D'un autre côté, M. Conti avait trouvé, par 22 oppositions modernes, la correction de l'aphélie de + 5′.47″, ce qui diffère de 39″ de mon résultat.

Quant à l'observation de Flamsteed de 1690, mes élémens la représentent à 1′ près : je l'ai réduite avec grand soin ; mais malheureusement elle est isolée, et il suffirait de lire, pour le passage, 44″ au lieu de 49″, pour tout accorder. Comme les manuscrits de Flamsteed se conservent à l'Observatoire de Greenwich, il sera facile de s'assurer s'il y a faute d'impression ou non.

Les astronomes qui seraient curieux de comparer les élémens précédens à leurs observations, pourront le faire très-aisément à l'aide des Tables de M. Delambre, en se rappelant qu'en 1761, l'époque de ces Tables et la mienne coïncident. On retranchera donc 1761 de l'année donnée, et on multipliera le reste par 0″,725 $(1-\frac{1}{4}-\frac{1}{40})$; le produit

Analyse du seigle ergoté du bois de Boulogne, près Paris.

PAR M. VAUQUELIN.

M. DESFONTAINES, chargé par l'Académie des Sciences d'examiner une note de M. Virey(1) sur l'ergot du seigle, m'a engagé à cette occasion de soumettre de nouveau l'ergot à l'analyse chimique. Je me suis chargé d'autant plus volontiers de ce travail, que l'objet intéresse de plus près la santé de l'homme et des animaux. Déjà plusieurs chimistes distingués, et notamment MM. Bucquet et Cornet (voyez *Traité des maladies des grains*, par M. Tessier), ont fait l'analyse du seigle ergoté, et j'avoue qu'ils n'ont laissé que fort peu de chose à faire quant à la composition matérielle de l'ergot; mais comme il n'en est pas de même des causes qui ont déterminé la production de l'ergot, je crois devoir publier le peu que j'ai fait, espérant réveiller par là l'attention des naturalistes et des chimistes.

Propriétés physiques de l'ergot.

(*Couleur*) Violacée à l'extérieur, blanche dans l'intérieur.

(*Forme*) Cylindrique, dont les extrémités sont plus ou moins effilées, et recourbées en forme de croissant, ayant une raie sur la partie convexe, ainsi que sur la partie concave.

(1) *Voyez*, page 205, l'extrait du Rapport de M. Desfontaines.

(*Saveur*) Nulle au premier moment, mais âcre et désagréable au bout d'un certain temps.

Une graine, coupée transversalement et vue au microscope, a présenté des grains blancs et brillans comme l'amidon. La pellicule colorée qui en forme l'enveloppe extérieure, soumise à la même expérience, a présenté une masse violacée, parsemée de petites parcelles blanchâtres.

Essais par différens agens pour savoir quel était le véritable dissolvant de la matière colorante de l'ergot.

Plusieurs graines, mises dans une fiole avee de l'alcool, ne l'ont pas sensiblement coloré; mais une certaine quantité de semences broyées, traitées par l'alcool bouillant, l'ont coloré en rouge brun, un peu violacé.

L'eau qui a bouilli sur ces mêmes semences a été colorée en beau rouge violacé, couleur qui était moins intense que par l'alcool.

L'eau alcalisée par le sous-carbonate de potasse s'est colorée, à froid, en rouge lie de vin, couleur qui est devenue plus intense par la chaleur.

L'eau acidulée par l'acide acétique n'a donné à chaud aucune couleur remarquable; elle a donné par l'acide sulfurique une couleur un peu rouge; par l'acide muriatique, la même couleur, mais plus prononcée; par l'acide tartarique, une couleur d'un rose très-pâle; par l'acide nitrique, la couleur a été détruite, car elle a jauni.

L'eau et l'alcool paraissent être les véritables dissolvans des matières colorantes de l'ergot; mais l'eau possède cette propriété à un plus haut degré.

Essais des différentes dissolutions par les réactifs.

Dissolution aqueuse. —Elle rougit le papier bleu de tournesol, précipite l'acétate de plomb en lilas, l'eau de chaux en bleu léger, et la liqueur surnageante reste verte; l'acétate de fer est précipité en gris bleuâtre.

La dissolution par l'eau alcalisée précipite par l'acétate de plomb en lilas, et en rouge purpurin par le vinaigre : la liqueur reste rose.

Traitement. — 1°. 2 onces de seigle ergoté broyé ont été traitées par l'eau bouillante jusqu'à ce qu'elle cessât de se colorer; la matière, ainsi épuisée, a été traitée par l'alcool, qu'on a fait bouillir dessus. Cette décoction alcoolique, d'un rouge jaunâtre, a été introduite dans une cornue, et distillée pour en retirer l'alcool, et avoir la matière qui s'était dissoute dans ce liquide. L'extrait qu'on en a obtenu avait une couleur brune verdâtre, une saveur âcre et amère; il rougissait la teinture du tournesol, et se boursoufflait sur les charbons incandescens, en dégageant une odeur de pain brûlé.

La décoction aqueuse était troublée par le chlore et la noix de galle; évaporée, elle a fourni un extrait d'une couleur rouge-brune, d'une saveur d'abord douce, ensuite amère et nauséabonde. Cet extrait rougissait fortement le papier bleu de tournesol; mais, broyé dans un mortier avec de la potasse, il a dégagé une odeur ammoniacale très-fétide. L'ergot, ainsi épuisé par l'eau et l'alcool, a été divisé en plusieurs parties, dont une, traitée par le sous-carbonate de soude, n'a coloré que faiblement cet alcali; l'autre, introduite dans une petite cornue de verre lutée, a donné à la distillation un produit huileux, en

consistance de beurre. Un papier rougi par un acide, plongé dans l'air du récipient où était le produit, a été ramené à sa couleur naturelle; de l'eau agitée avec cette huile s'est un peu colorée, a acquis un peu d'acidité et une saveur âcre et amère; mise avec de la potasse, elle a dégagé de l'ammoniaque. Le charbon resté dans la cornue a laissé après sa combustion, qui est très-difficile, une cendre grise principalement composée de phosphate de chaux et de magnésie; elle contenait aussi un peu de fer.

2°. 20 grammes de ces semences broyées, distillées à feu doux avec 4 onces d'eau, ont fourni un liquide légèrement alcalin, car il a bleui le papier de tournesol rougi par un acide, verdi le sirop de violettes, et précipité la dissolution d'acétate de plomb et de nitrate de mercure.

3°. Une certaine quantité de semences broyées ont été lavées sur un tamis de soie, pour savoir si elles contenaient de la fécule amilacée, mais on n'a obtenu qu'une matière colorée qui n'avait point les propriétés de l'amidon. L'eau qui avait servi à cette opération, conservée dans un flacon bien bouché, a dégagé au bout de quelques jours une odeur ammoniacale mêlée d'une odeur insupportable de poisson pourri.

4°. Comme la matière soluble dans l'alcool, à la première opération, était mêlée avec de la matière soluble dans l'eau, on a recommencé l'opération pour avoir la matière résineuse pure; on a donc traité 20 grammes d'ergot par l'alcool à 40° jusqu'à ce qu'il cessât de se colorer; après l'avoir évaporée, on a obtenu une matière rouge bleuâtre qui avait une saveur âcre, et ensuite

d'huile rance de poisson. L'alcool distillé avait une odeur insupportable de marée pourrie. La matière, ainsi extraite par l'alcool, mise sur les charbons ardens, brûlait en répandant une odeur de graisse en vapeurs. Après l'avoir ainsi épuisée par l'alcool, on a fait bouillir de l'eau sur ce résidu; celle-ci s'est colorée en très-beau rouge violacé, et a extrait une huile blanche qui nageait à la surface : cette huile n'avait aucune odeur ni saveur remarquables. La matière colorante, soluble dans l'eau, rougissait par les acides.

5°. 40 grammes de seigle ergoté et concassé ont été distillés dans une cornue de verre lutée, au col de laquelle une fiole était adaptée pour recevoir le produit de la distillation. On a d'abord donné une chaleur douce qu'on a entretenue pendant trois quarts d'heure, et ensuite augmentée au point de faire rougir le fond de la cornue. L'appareil refroidi, on a trouvé dans le récipient une grande quantité d'huile épaisse, d'une odeur nauséabonde. Un papier de tournesol rougi par un acide, plongé dans l'air du récipient, a été ramené à sa couleur bleue ; de l'eau mise sur l'huile pour dissoudre la partie liquide ammoniacale, a présenté la douceur au toucher, et toute l'apparence d'une solution concentrée de savon ; elle était aussi fortement alcaline, chose remarquable, car l'eau qui a servi au lavage de l'huile provenant de l'ergot épuisé par l'eau et l'alcool, et distillé, était légèrement acide (*voyez* 1re opération).

Le charbon resté dans la cornue, provenant de cette dernière opération, était très-léger; il pesait 7,700 sur 40 gr. de matière employée : elle a donc perdu 32,300.

6°. Désirant savoir si le seigle ergoté dont on avait

épuisé la matière colorante par l'eau et par l'alcool, pouvait donner une couleur rouge à l'acide muriatique, on en a mis une portion bien broyée dans cet acide concentré : il n'y a eu aucune action remarquable dans le moment ; mais il s'est coloré en rouge brun au bout de vingt-quatre heures.

Application de la couleur de l'ergot sur la laine et la soie.

Pour savoir si cette couleur, qui me paraissait avoir quelque analogie avec celle de l'orseille, pourrait s'appliquer aux étoffes, j'ai préparé de la laine et de la soie, en les laissant tremper pendant vingt-quatre heures et à froid dans une dissolution d'alun, à laquelle j'ai ajouté un huitième de crême de tartre, et les ai ensuite plongées dans l'infusion d'ergot, échauffée à environ 60 degrés : la couleur a très-bien pris, et en peu de temps ces deux substances ont été saturées d'une couleur rouge jaunâtre, et non en pourpre comme était le bain ; mais la laine était beaucoup plus colorée que la soie.

Il paraît que c'est le tartre qui a fait tourner cette couleur au rouge jaunâtre, car de la soie préparée à l'alun seul a pris dans le même bain une couleur lilas.

La couleur que prennent la laine et la soie dans l'infusion d'ergot, préalablement traité par l'alcool, est d'un violet beaucoup plus pur, parce que l'alcool enlève à cette substance une matière jaune, de nature huileuse ou résineuse, qui s'applique aussi sur ces substances.

Il y a donc dans le seigle ergoté deux espèces de matières colorantes : l'une qui est soluble dans l'alcool, qui se rapproche des résines, et qui a une couleur jaune

rougeâtre ; l'autre beaucoup moins soluble dans l'alcool, assez soluble dans l'eau, et qui est violette comme le jus d'orseille, mais qui en diffère par sa nature, en ce qu'elle n'est pas soluble dans l'alcool.

J'ai trouvé, en cherchant à connaître la manière dont cette couleur se développe dans l'ergot, que l'on peut faire naître une couleur de la même nuance dans la farine de froment, en la dissolvant dans l'acide muriatique concentré : à mesure que la dissolution de la farine s'opère, l'on voit la couleur se développer peu à peu et arriver jusqu'au violet foncé ; mais, au bout de quelques heures, elle passe au pourpre où elle reste constamment, au moins pendant plusieurs jours. Cette dissolution, étendue d'eau, ne se trouble point, ni ne change de nuance ; seulement elle diminue d'intensité comme toute autre couleur l'éprouverait. On remarque au bout d'un certain temps, à la surface de ce mélange d'eau et de teinture, une légère couche d'huile, comme on en voit sur l'infusion de l'ergot faite à chaud.

Il est probable que cette matière grasse n'est point le résultat de l'action de l'acide muriatique sur la farine, car j'ai trouvé que cette dernière en contient naturellement, que j'en ai extrait au moyen de l'alcool. Il me paraissait intéressant de connaître, si cela était possible, auquel des élémens de la farine le phénomène de la coloration était dû ; en conséquence j'ai dissous d'une part de l'amidon pur dans l'acide muriatique ; mais il n'y a point eu de développement de couleur. D'une autre part j'ai dissous du gluten frais dans le même acide, et il s'est produit une couleur grise bleuâtre. Voyant que les deux principales matières qui composent la farine de froment

ne fournissaient point isolément la couleur dont il s'agit, je me disposais à préparer le principe mucoso-sucré qui fait le complément de la farine, lorsque m'avisant de mêler la solution du gluten avec celle de l'amidon, je vis se développer presque instantanément la belle couleur dont nous avons parlé. Je crus pendant quelques instans avoir formé une couleur semblable à celle de l'ergot, et cela me paraissait d'autant plus vraisemblable, que j'avais observé autrefois que le gluten produisait, en se décomposant au milieu de l'eau, une couleur violette (voyez *Annales du Muséum*, vol. VII, pag. 1); mais les expériences suivantes m'ont détourné de cette idée. 1°. Les alcalis, versés en excès dans la dissolution muriatique de froment, font tourner en jaune cette couleur pourpre, et les acides ne la rétablissent ensuite que très-imparfaitement. Je n'ai point aperçu de dégagement d'alcali volatil en saturant ainsi cette dissolution. La couleur de l'ergot ne change pas sensiblement par les alcalis; seulement ils la font virer un peu plus au violet. 2°. Cette couleur, étendue avec de l'eau alcaline pour affaiblir l'acide, ne se fixe ni sur la laine ni sur la soie, comme celle de l'ergot.

Il faut conclure de là que la couleur développée dans la farine de froment, au moyen de l'acide muriatique, n'est pas de la même nature que celle de l'ergot, et l'on ne peut tirer aucune induction de ces expériences, sur l'existence ou l'absence du gluten et de l'amidon dans l'ergot. Cependant s'il n'y a pas de véritable gluten dans l'ergot, il y a au moins une substance azotée, puisqu'il se produit beaucoup d'ammoniaque par l'action du feu sur cette substance. Il serait possible même qu'il contînt de

l'amidon, mais dans un état de combinaison particulier. La farine de seigle, mise avec de l'acide muriatique concentré, s'est colorée d'abord en jaune et ensuite en rouge semblable à celui que prend, dans le même acide, l'ergot qui avait été lavé à l'eau et à l'alcool.

J'ai fait plusieurs expériences sur les dissolutions séparées de l'amidon et du gluten dans l'acide muriatique, et j'ai vu que celle de l'amidon se divisait dans l'eau sans se précipiter ni perdre de sa transparence; que celle de gluten, au contraire, était précipitée à l'instant sous la forme de flocons grisâtres, et que la liqueur surnageante restait bleuâtre. Je ne sais pas encore si le gluten éprouve quelque changement dans sa composition par sa dissolution dans l'acide muriatique; j'ignore aussi par quel mécanisme une couleur pourpre si belle et si intense peut se développer par le contact de la farine et de l'acide muriatique : est-ce l'effet d'une simple combinaison, ou le produit d'une décomposition? Le temps ne m'a pas permis de faire les recherches nécessaires pour résoudre ces questions intéressantes.

Il résulte des expériences rapportées plus haut que l'ergot contient, 1° une matière colorante jaune-fauve, soluble dans l'alcool, ayant une saveur semblable à celle de l'huile de poisson; 2° une matière huileuse blanche, d'une saveur douce, qui paraît être assez abondante dans l'ergot : c'est elle sans doute que M. Cornette a extraite par la simple pression; 3° une matière colorante violette, de la même nuance que celle de l'orseille, mais qui en diffère par son insolubilité dans l'alcool, et qui s'applique facilement à la laine et à la soie alunées; 4° un acide libre dont je n'ai pas déterminé l'espèce, mais que

je crois être en partie phosphorique, si toutefois j'en puis juger par sa fixité, et par les précipités que l'infusion d'ergot forme dans l'eau de chaux, dans celle de baryte, et dans l'acétate de plomb; 5° une matière végéto-animale très-abondante, très-disposée à la putréfaction, et qui fournit beaucoup d'huile épaisse et d'ammoniaque à la distillation; 6° une petite quantité d'ammoniaque libre, qu'on peut obtenir à la température de l'eau bouillante.

Peut-on, d'après les épreuves chimiques auxquelles nous avons soumis l'ergot, prononcer avec quelque certitude sur la nature de cette production?

Est-ce un végétal nouveau qui s'est développé dans la balle qui devait contenir le grain de seigle, ainsi que le prétend M. Decandolle? Ou n'est-ce qu'une dégénération du grain résultante d'une maladie produite par des causes extérieures, comme tout le monde l'a cru jusqu'ici? Il est certain que s'il fallait, pour admettre cette dernière opinion, retrouver dans l'ergot les mêmes principes qui existent dans les grains de seigle naturels, la chose serait impossible, car on n'y découvre pas de quantités sensibles d'amidon, substance cependant la plus abondante du seigle. On n'a pas pu non plus en séparer de gluten, au moins dans son état naturel; mais il y existe, comme dans le seigle naturel, une substance qui, en se décomposant au feu, fournit un acide comme l'amidon, et une autre matière qui fournit de l'ammoniaque comme le gluten, par le même genre de décomposition.

Si l'on considère les propriétés physiques de cette production, on sera encore plus disposé à la regarder

comme un véritable grain de seigle altéré par une maladie : en effet, il conserve encore, jusqu'à un certain point, sa forme originelle ; on y remarque encore des restes de la rainure qui caractérise les semences céréales ; l'on voit dans l'intérieur de l'ergot coupé une structure formée de grains blancs et brillans comme dans le seigle naturel.

Il paraît que, dans sa dégénérescence, le seigle a principalement souffert dans son principe amilacé, puisque l'on n'en retrouve pas de traces sensibles dans l'ergot ; l'amidon y a été remplacé par une sorte de matière muqueuse. Le gluten n'y est pas non plus dans son état naturel ; il a subi une altération qui a modifié ses propriétés, et paraît avoir donné naissance à une huile épaisse et à de l'ammoniaque. Enfin je pense que l'on peut considérer l'ergot du seigle comme l'effet d'une matière putride.

Il est probable que c'est à la matière âcre, et à la substance animale putrescente contenue dans l'ergot, que sont dus les effets vénéneux que cette production fait naître dans l'économie animale.

Analyse du sclerotium stercorum, *remis par M. Desfontaines pour le comparer chimiquement à l'ergot du seigle.*

L'examen chimique d'une espèce de plante du genre auquel on a réuni l'ergot du seigle, paraissant à M. Desfontaines très-propre à éclairer sur l'analogie ou la différence de ces deux productions, il m'a chargé de ce travail. Je vais rendre compte ici en peu de mots des résultats qu'il m'a fournis.

---

3 grammes de ces champignons, pulvérisés dans un mortier de fer, introduits dans un petit matras de verre, et sur lesquels on a versé une certaine quantité d'eau distillée, ont été portés à l'ébullition pendant un quart d'heure sur un bain de sable. Dans cette opération, le liquide ne s'est point coloré; il est devenu seulement mucilagineux et laiteux; il était d'une saveur fade, précipitait par l'alcool en petits flocons blancs, et en flocons plus considérables par la noix de galle et la solution de chlore; l'acide acétique n'éclaircissait pas la dissolution laiteuse de cette matière; la liqueur, évaporée en consistance d'extrait, a fourni une matière brune jaunâtre, d'une saveur douce, et mucilagineuse comme celle des champignons.

Le résidu de l'infusion a été introduit dans une petite cornue de verre, au col de laquelle était adapté un bouchon de liége avec deux papiers de tournesol, l'un bleu et l'autre rouge : le papier bleu a rougi pendant cette opération.

Une autre portion de ce végétal pulvérisé, introduite dans une petite cornue de verre lutée, au col de laquelle était adaptée une fiole pour servir de récipient au produit, on a chauffé assez fort pour opérer la décomposition de cette matière, qui a donné un produit liquide huileux, fortement acide; cependant un papier de tournesol rougi par un acide, ayant été mis dans l'air du récipient, fut ramené à sa couleur naturelle. Le produit liquide, mis avec de la potasse, a dégagé de l'ammoniaque.

Le charbon resté dans la cornue a été brûlé dans un creuset de platine; son incinération, quoique difficile, est

cependant plus aisée à faire que celle de l'ergot. La cendre, traitée par l'eau, n'était pas alcaline ; on a reconnu qu'elle était composée de phosphate de chaux.

Observations. 1°. Cette espèce de sclerotium diffère de l'ergot du seigle en ce que son infusion est sans couleur, sans acidité ; qu'elle précipite plus abondamment par l'alcool, la noix de galle et le chlore ; qu'elle est beaucoup plus mucilagineuse que celle de l'ergot ; que l'extrait aqueux n'a pas une saveur âcre ni aussi désagréable que celui de l'ergot : au contraire, il est doux et mucilagineux comme celui des champignons.

2°. Soumis à la distillation dans une cornue de verre, il ne donne pas une aussi grande quantité d'huile butireuse que les ergots qui ont subi cette même opération ; l'air du récipient est alcalin comme celui de l'ergot ; mais le produit est plus liquide et plus acide.

3°. L'ergot contient une huile fixe toute développée ; le sclerotium dont nous parlons n'en contient pas. Il y a aussi dans l'ergot une espèce de résine très-âcre qui n'existe pas dans le sclerotium. Enfin l'ergot renferme de l'ammoniaque toute formée, qu'on en peut extraire à la température de l'eau bouillante : le sclerotium n'en donne qu'à une chaleur rouge.

Il y a donc des différences essentielles dans la composition de ces deux productions.

Théorie de la chaleur (1).

PAR M. FOURIER.

(Extrait.)

L'AUTEUR, qui avait communiqué à la première classe de l'Institut de France, en 1807 et 1811, ses recherches analytiques et expérimentales sur la chaleur, les réunit aujourd'hui dans un seul ouvrage dont l'impression est presque entièrement achevée. L'objet de ces recherches est de découvrir et de démontrer les lois générales auxquelles la chaleur est assujettie lorsqu'elle pénètre les diverses parties des corps solides, et se dissipe dans le vide ou les milieux aériformes. Cette nouvelle branche de la physique mathématique intéresse à la fois l'étude de la nature et les progrès des arts industriels.

Avant de traiter un sujet aussi difficile, et qui exige tous les efforts de l'analyse, l'auteur a voulu observer lui-même tous les faits principaux. Il a répété, dans le cours des années 1804, 1805 et 1806, les expériences qui avaient été faites sur cette matière en France, en Angleterre et en Allemagne; il a fait ensuite plusieurs expériences nouvelles qui avaient un rapport nécessaire avec ses propres travaux. Cette classe de phénomènes n'avait pas encore été soumise à une analyse générale; l'auteur a formé cette théorie, qui embrasse tous les faits observés; il a reconnu que des lois simples et constantes règlent les effets les plus divers de la chaleur communiquée et de la chaleur rayonnante.

La première classe de l'Institut, frappée de l'impor-

(1) Un volume in-4°, 650 pages. (*Firmin Didot.*)

tance de ces questions, en avait fait le sujet d'un prix qui fut décerné, en 1812, à l'ouvrage de M. Fourier. Les recherches auxquelles il s'est livré depuis ont étendu et perfectionné les premiers résultats.

Ce traité est précédé d'une introduction où l'on expose toutes les notions fondamentales préliminaires. La section qui termine cette première partie de l'ouvrage a pour objet la température des habitations; on y exprime le degré de l'échauffement (ou la différence de la température de l'air intérieur à celle de l'air extérieur) en fonction, de la température du foyer, des dimensions et de l'épaisseur de l'enceinte, de sa faculté conductrice et de l'état de ses deux surfaces. Il existe entre tous ces élémens des rapports simples que l'on ne connaissait point jusqu'ici, et qu'il était fort utile de remarquer.

Le chapitre second traite des équations générales de la propagation de la chaleur. Chacun des suivans est destiné à une question principale, dont l'auteur conduit la solution jusqu'aux derniers résultats; il ne donne pas seulement les équations différentielles auxquelles les fonctions doivent satisfaire, il donne ces fonctions elles-mêmes sous une forme qui facilite les applications numériques. Il regarde cette interprétation du calcul comme un degré de perfection qu'il est nécessaire d'obtenir dans toutes les applications de l'analyse aux sciences naturelles. Il pense que tant qu'on n'y est point parvenu, les solutions demeurent incomplètes ou inutiles, et que la vérité qu'on se proposait de découvrir n'est pas moins cachée dans les formules de l'analyse qu'elle ne l'était dans la question physique elle-même. Ce sont les expressions de l'auteur.

Nous sommes forcés d'omettre les développemens de ces questions ; on les résout en intégrant des équations aux différences partielles du second ordre. Nous ferons seulement remarquer que tout contribuait à augmenter la difficulté de ces recherches. Non-seulement on ne connaissait point les équations générales du mouvement de la chaleur ; mais, après les avoir découvertes, l'auteur a vu qu'elles étaient du grand nombre de celles qu'on n'avait pas encore intégrées.

Nous aurions désiré de faire connaître au lecteur comment ces difficultés ont été surmontées ; mais nous ne le pourrions sans outre-passer les bornes d'une première annonce ; et d'ailleurs cet objet se rapporte plutôt aux sciences de calcul qu'à la physique générale ; nous allons du moins indiquer quelques résultats principaux.

Si un corps dont les diverses parties sont inégalement échauffées, est placé dans l'air entretenu à une température donnée, par exemple, à celle de la glace fondante, la distribution primitive de la chaleur changera continuellement dans l'intérieur du solide, par l'effet de la communication et par celui du rayonnement qui a lieu à la surface. L'analyse détermine cette variation instantanée des températures, et fait connaître le nouvel état du solide pour chaque valeur du temps écoulé, c'est-à-dire qu'elle exprime la température de chaque point en fonctions de ses trois coordonnés et du temps. On détermine dans ces formules la quantité de chaleur qui, pendant un temps quelconque, passe d'une portion de ce corps dans la portion contiguë, à travers une surface dont la position et l'étendue sont données. Il est très-remar-

quable que ces quantités de chaleur écoulées deviennent des grandeurs mesurables exprimées en fonction des coordonnées et du temps.

La même analyse fait reconnaître que, pour prévoir et mesurer tous les effets de la propagation de la chaleur dans chaque substance, il suffit de déterminer, par les observations, trois élémens propres à cette substance, qui sont : la chaleur spécifique, la conductibilité propre, et la facilité avec laquelle la chaleur pénètre la surface. Le premier de ces coefficiens spécifiques est connu depuis long-temps ; les deux autres se rapportent à deux propriétés que l'on a presque toujours confondues, mais qu'il est absolument nécessaire de distinguer. L'auteur donne la valeur de chacun de ces deux coefficiens pour la substance soumise à ses expériences, qui est le fer ; c'est le premier exemple que l'on ait de ce genre de mesures; on ne connaît encore ces deux coefficiens pour aucune autre matière.

Les solutions précédentes conduisent à une conséquence générale ; elles nous montrent que si la chaleur est d'abord distribuée d'une manière quelconque dans l'intérieur d'un corps, cette disposition initiale et fortuite change de plus en plus, et se rapproche très-rapidement d'un état régulier et simple, qui ne dépend point de l'état initial ; il arrive alors que les températures des divers points, qui demeurent différentes entre elles, décroissent dans un même temps, de quantités proportionnelles à elles-mêmes ; en sorte que leurs rapports ne changent plus. Quel que soit l'état initial des températures, il se décompose de lui-même en une multitude d'états simples dont chacun varie comme s'il était seul ; mais les vi-

tesses de ces changemens sont extrêmement inégales, en sorte qu'après un temps assez court, il ne subsiste pour ainsi dire qu'un seul de ces états, qui serait encore le même si la chaleur initiale eût été autrement distribuée.

Ainsi les lois constantes qui règlent dans toute la nature la marche de la chaleur, ne se manifestent point d'abord dans les effets très-composés ; mais elles se développent de plus en plus pendant la durée du phénomène ; on les reconnaît surtout à cette disposition symétrique que la chaleur affecte dans tous les corps. On voit, par ce qui précède, que l'analyse ne se borne point ici à donner l'explication mathématique et la mesure des faits observés ; elle démontre aussi des propriétés nouvelles que des expériences précises ont confirmées depuis, mais qu'aucune observation antérieure n'avait indiquées.

Nous citerons aussi quelques résultats propres à des corps d'une figure déterminée. Lorsque deux sphères solides inégales perdent leur chaleur dans un lieu dont la température est constante, les vitesses finales du refroidissement sont en raison directe des carrés des diamètres si la dimension des sphères est très-grande ; elles seraient évidemment en raison directe des diamètres si ces dimensions étaient extrêmement petites. En comparant les vitesses finales du refroidissement dans la sphère et dans le cube circonscrit, on voit que ces vitesses sont les mêmes si la dimension est très-petite, et qu'elles sont dans le rapport de 3 à 4 si la dimension est très-grande.

Si une extrémité d'un prisme solide infini, à base rec-

tangulaire, est soumise à l'action d'un foyer constant, et qu'il en résulte pour chaque point de la section placée à l'origine une température fixe, qui peut différer d'un point de cette section à un autre, toutes les parties du solide acquerront aussi et conserveront une température constante. L'analyse donne l'expression de cette température en fonction des trois coordonnées de chaque point du solide; la distribution de la chaleur devient de plus en plus simple, à mesure qu'on s'éloigne de l'origine.

A une grande distance, la loi ne dépend plus de l'état arbitraire de la première section : elle serait la même, quel que fût cet état. Dans cette portion du prisme éloignée de l'origine, les températures des points de l'axe décroissent comme les ordonnées d'une courbe logarithmique; c'est ce qui arriverait encore si l'épaisseur de la barre était assez petite pour que les divers points d'une même section eussent une température commune: dans ce dernier cas, la loi du décroissement est pour ainsi dire évidente d'elle-même; mais, pour le cas général, il est nécessaire de soumettre la question à une analyse exacte : on en déduit facilement l'expression des quantités de chaleur écoulées, et les rapports des températures avec les dimensions. On voit, par exemple, que deux barres prismatiques qui ont des épaisseurs différentes, mais peu considérables, et qui sont formées d'une même substance, étant exposées par leur extrémité à un même foyer d'une chaleur constante, les points qui parviennent, dans les deux solides, à une même température fixe, sont placés à des distances inégales, et que le rapport des distances est celui des racines carrées des épaisseurs.

On voit aussi que la dépense de la source de chaleur (car elle devient l'objet d'un calcul exact) est d'autant plus grande que l'épaisseur de la barre est plus grande, et que cette dépense est proportionnelle à la racine carrée du cube de l'épaisseur.

Le neuvième chapitre a pour objet d'exposer les lois *de la diffusion de la chaleur* ; l'auteur désigne par cette expression le mouvement de la chaleur dans une masse solide homogène dont les dimensions sont infinies ; dans ce cas la propagation, n'étant plus troublée par l'obstacle des surfaces, s'opère librement dans tous les sens, et l'analyse qui la représente devient beaucoup plus simple. On obtient les solutions cherchées en supposant dans les questions précédentes la dimension infinie ; on y parvient aussi en donnant une autre forme à l'intégrale : nous indiquerons une seule question de cette espèce.

On suppose qu'une masse solide terminée par un plan a une profondeur infinie, et que tous ses points ont la température initiale o ; on expose le plan infini à l'action constante d'une cause extérieure quelconque, qui donne à tous ses points la température désignée par l'unité, et les retient continuellement à cette même température. Il est visible que la chaleur émanée du foyer pénétrera de plus en plus dans le solide. Il s'agit de déterminer la température d'un point quelconque, en fonction du temps écoulé et de la profondeur ; on détermine cette fonction soit en intégrales définies, soit en série convergente ; et l'on calcule aussi la quantité de chaleur qui traverse, en un temps donné, une section parallèle au plan.

On trouve, par exemple, que si un point m, placé à une profondeur x, parvient, après un certain temps t, à une

température donnée v, un point m' placé à une profondeur double x', acquerrait la même température v après un temps quadruple t'. En général les temps t et t' qui répondent, pour deux points différens, à une même température, sont proportionnels aux carrés des profondeurs.

La quantité totale de chaleur que le foyer a communiquée au solide augmente en raison directe de la racine carrée du temps écoulé, et de la racine carrée de la conductibilité.

Le mouvement de la chaleur dans une section donnée, ou la vitesse avec laquelle elle traverse cette section, augmente de plus en plus jusqu'à un certain terme au-delà duquel elle décroît. Le temps qui répond à la plus grande affluence de la chaleur est proportionnel au carré de la profondeur de la section ; la valeur de la plus grande vitesse est en raison inverse de cette profondeur.

Si l'on suppose que la masse solide a la température initiale 1, qui est celle de l'eau bouillante, et que l'on expose la surface à l'action constante d'une cause extérieure, qui retient chacun de ces points à la température 0 de la glace fondante, la solution précédente fera connaître le progrès du refroidissement ; elle montre que cet effet s'opère avec une extrême lenteur. On voit, par exemple, que la cause du refroidissement doit exercer son action pendant six cent cinquante ans environ à la superficie d'une masse solide de fer, pour réduire à 10 degrés de l'échelle centésimale la température d'un point placé à la profondeur de 100 mètres ; la durée serait cent fois plus grande si le point dont la température doit être réduite à 10 degrés était à la profondeur de 1000 mètres :

en général cette durée est proportionnelle aux carrés des profondeurs.

Pour faire connaître le genre d'analyse que l'auteur a employée, nous citerons la question suivante, qui est une des plus simples, et dont l'objet est d'exprimer le mouvement permanent de la chaleur dans une lame rectangulaire infinie. On suppose que les deux arêtes parallèles et infinies A et C, qui comprennent le rectangle, sont retenues par une cause quelconque à la température fixe o, et que l'arête transversale B, perpendiculaire aux deux autres, est exposée à l'action constante d'un foyer extérieur, qui donne à tous les points de cette arête la température fixe de l'eau bouillante désignée par l'unité. D'après cette hypothèse, chaque point de la lame acquerrait, après un temps infini, une température constante comprise entre o et 1. Il s'agit de déterminer ces températures finales, dont les températures variables s'approchent continuellement, et qui subsisteraient toutes sans aucun changement si elles étaient d'abord établies. Pour simplifier le calcul, on suppose d'abord qu'il ne se fait aucune déperdition de la chaleur à la surface de la lame; on prend la base B du rectangle pour l'axe des x, et le milieu de cette arête pour l'origine des coordonnées; et l'on représente par la demi-circonférence π la longueur B de la base.

En désignant par φ la température constante d'un point m dont les coordonnées sont x et y, on voit que φ est une fonction de x et de y, qui devient nulle lorsque x est égale à $\pm \frac{1}{2}\pi$, quelle que soit la valeur positive de y, et qui devient égale à 1 lorsque y est nulle, quelle que soit la valeur de x, comprise entre $-\frac{1}{2}\pi$ et $+\frac{1}{2}\pi$. Or,

on démontre, par les principes généraux de la théorie, que la fonction φ doit satisfaire à l'équation du second ordre

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{d^2\varphi}{dy^2}=o.$$

Il s'agit d'intégrer cette équation, et d'assujettir la fonction φ aux deux conditions spéciales $\varphi(x,o)=1$ et $\varphi(\pm\frac{1}{2}\pi,y)=o$. Ainsi la température de chaque point m est représentée par l'ordonnée z d'une surface courbe dont l'équation satisfait à la condition générale

$$\frac{d^2z}{dx^2}+\frac{d^2z}{dy^2}=o, \quad (\varepsilon)$$

et qui de plus coupe le plan des x et y selon les deux arêtes A et C, et le plan des x et z selon une droite parallèle à la base B et élevée à la distance 1 au-dessus de l'axe de x. L'auteur trouve pour φ ou z la valeur suivante :

$$z=arc.\ tang.\left(\frac{2\cos x}{e^{y}-e^{-y}}\right);$$

ou, si l'on veut employer une série très-convergente,

$$z=\frac{4}{\varpi}\left\{e^{-y}\cos x-\frac{1}{3}e^{-3y}\cos 3x+\frac{1}{5}e^{-5y}\cos 5x-\frac{1}{7}e^{-7y}\cos 7x+etc.\right\}$$

Dès l'origine du calcul des différences partielles on a connu l'intégrale suivante (ε) :

$$\varphi=F(y+x\sqrt{-1})+f(y-x\sqrt{-1}),$$

dans laquelle F et f désignent deux fonctions arbitraires. Si l'on veut connaître les rapports de cette intégrale avec la valeur de φ qui résout la question proposée, il faut considérer que les deux fonctions arbitraires F et f doivent ici être les mêmes, et que chacune est telle que l'on a :

$$F(u)=arc.\ tang.\ (e^{-u}).$$

M. Fourier détermine ainsi les deux fonctions arbitraires F et f, et il exprime comme il suit la valeur de φ :

$$\varphi = arc.tang.\, e^{-(y+x\sqrt{-1})} + arc.tang.\, e^{-(y-x\sqrt{-1})} :$$

car cette valeur est la même que la précédente prise pour z.

Si l'on suppose y nulle, l'ordonnée z de la surface doit, selon l'hypothèse, être égale à 1 ; en sorte que l'on a l'équation :

$$\tfrac{4}{4}\pi = \cos x - \tfrac{1}{3}\cos 3x + \tfrac{1}{5}\cos 5x - \tfrac{1}{7}\cos.7x + etc.$$

On démontre en effet que le second membre est une fonction de x, dont la valeur constante est $\frac{\pi}{4}$, toutes les fois qu'on donne à x une valeur comprise entre $-\frac{1}{2}\pi$ et $+\frac{1}{2}\pi$. L'auteur parvient encore à cette équation de la manière suivante. Si l'on désigne par u la tangente d'un arc, la contangente sera $\frac{1}{u}$. On a donc en général :

$$\tfrac{1}{2}\pi = arc.\,tang.\,(u) + arc.\,tang.\left(\tfrac{1}{u}\right);$$

et développant selon la série connue :

$$\tfrac{1}{2}\pi = u + u^{-1} - \tfrac{1}{3}\left(u^{3} + u^{-3}\right) + \tfrac{1}{5}\left(u^{5} + u^{-5}\right) - \tfrac{1}{7}\left(u^{7} + u^{-7}\right) + etc.$$

Si l'on écrit $e^{x\sqrt{-1}}$, au lieu de u, on aura :

$$\tfrac{1}{2}\pi = arc.\,tang.\left(e^{x\sqrt{-1}}\right) + arc.\,tang.\left(e^{-x\sqrt{-1}}\right) = 2\,(\cos x - \tfrac{1}{3}\cos 3x + \tfrac{1}{5}\cos 5x - \tfrac{1}{7}\cos 7x + etc.)$$

Il est important de remarquer que l'on parvient à former la valeur de φ en termes réels indépendamment de la connaissance de l'intégrale contenant des termes imaginaires. Dans les autres parties de l'ouvrage, l'auteur donne plusieurs intégrales de l'équation :

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} = 0.$$

Par exemple, il obtient l'intégrale générale en termes finis et réels sous la forme suivante, φ et ψ étant deux fonctions arbitraires : $4\pi v = \int\int \cos(qx - qp)$

$$\left\{ \varphi p . \left(e^{qy} + e^{-qy} \right) + \psi p . \left(\frac{e^{qy} - e^{-qy}}{q} \right) \right\} dp\, dq.$$

Les variables p et q doivent disparaître par la double intégration définie qui a lieu entre les limites $-\frac{1}{0}$ et $\frac{1}{0}$. Mais, pour la question actuelle, on n'a point recours à ces intégrales et l'on forme immédiatement la solution. En général, la méthode de l'auteur consiste à obtenir directement la solution propre à chaque question sans qu'il soit nécessaire de connaître les intégrales qui ont plus d'étendue que la question. Cette méthode est fondée sur des théorèmes nouveaux qui s'appliquent aux fonctions discontinues. Nous indiquerons seulement les suivans, qui sont d'un fréquent usage dans la théorie de la chaleur ; l'auteur les avait donnés dans ses Mémoires précédens en 1807 et 1811 (articles 31, 43, 66, 71 du Mémoire manuscrit déposé aux archives de l'Académie royale des Sciences).

$$Fx = \frac{1}{\varpi} \Sigma_{-\infty}^{\infty} \int_{0}^{2\varpi} dp\, Fp . \cos(ix - ip) \qquad (E)$$

$$fx = \frac{2}{\varpi} \int_{0}^{\infty} dq . \int_{0}^{\infty} dp\, fp . \sin qx . \sin qp \qquad (e)$$

$$\varphi x = \frac{2}{\varpi} \int_{0}^{\infty} dq . \int_{0}^{\infty} dp\, \varphi p \cos qx \cos . qp . \qquad (\varepsilon)$$

Nous employons ici la notation de l'auteur, qui joint ordinairement aux signes Σ et $\int$ l'indice des limites entre lesquelles on doit effectuer l'intégration. On applique la

première équation lorsque les corps ont des dimensions finies, et il est facile de changer les limites de l'intégrale f. Si les dimensions sont infinies, la fonction F cesse d'être périodique, et le signe Σ devient celui d'une intégrale définie. On doit alors employer l'équation (E) mise sous cette dernière forme, ou la somme des deux équations (e) et (ε). Il faut remarquer que dans l'équation (e) la fonction fx doit satisfaire à la condition $fx = -f(-x)$, et que dans l'équation (ε) la fonction φ doit satisfaire à la condition contraire $\varphi\, x = \varphi(-x)$.

C'est principalement dans l'usage des théorèmes de ce genre que consiste la méthode analytique de l'auteur, parce qu'ils dispensent de recourir aux intégrales générales lorsqu'elles ont plus d'étendue que la question. Ils donnent nécessairement les mêmes solutions que celles qu'on pourrait déduire de ces mêmes intégrales si elles étaient connues, comme l'auteur le démontre en traitant de la diffusion de la chaleur.

Pour donner un exemple de l'application de ces théorèmes, nous citerons les résultats suivans, qui se rapportent aux fonctions trigonométriques ou exponentielles.

Si l'état initial est représenté par un triangle isocèle, la fonction égale à l'ordonnée du contour de ce triangle doit être développée en une série trigonométrique: or, l'équation (E) donne pour cette fonction la série convergente :

$$\sin x - \frac{1}{3^2}\sin 3x + \frac{1}{5^2}\sin 5x - \frac{1}{7^2}\sin 7x + \text{etc.};$$

c'est-à-dire qu'en attribuant à x une valeur quelconque comprise entre o et π, la valeur de la série est égale à l'ordonnée de la ligne discontinue qui forme le triangle ; la base du triangle étant prise pour l'axe des x.

L'intégrale définie $\frac{2}{\varpi}\int_0^\infty \frac{dq.\sin q.}{q}\cos qx$ est une fonction de x, puisque l'intégration ferait disparaître la variable q. Cette fonction est égale à 1 si la variable x reçoit une valeur quelconque comprise entre 1 et -1 : elle est nulle pour toute autre valeur de x.

L'intégrale $\frac{2}{\varpi}\int_0^\infty \frac{dq.\sin(q\varpi)}{1-q^2}\sin qx$ équivaut à $\sin x$ si x est comprise entre π et $-\pi$. La même fonction a toujours une valeur nulle si l'on donne à x une valeur quelconque non comprise entre ces limites.

L'équation $y = \frac{1}{\varpi}\int_0^\infty dq\left(\frac{\cos qx + q\sin qx}{1+q^2}\right)$ donne pour y la valeur e^{-x} si x est positive, et donne une valeur nulle si x est négative.

Cette équation appartient à une ligne discontinue, dont une branche coïncide avec une branche de la ligne logarithmique, et dont l'autre branche coïncide avec l'axe des x.

Cette sorte d'expression analytique des fonctions arbitraires est un des caractères de la méthode de l'auteur. Il regarde les théorèmes dont elles dérivent comme étant d'un usage très-étendu dans les applications du calcul aux questions physiques.

Après avoir cherché les lois de la propagation de la chaleur dans la matière solide, il restait à déterminer celles qu'elle suit lorsqu'elle passe des solides dans le vide ou dans les milieux aériformes.

Cette théorie mathématique de la chaleur rayonnante

a été donnée par M. Fourier dans un ouvrage envoyé à l'Institut de France sur la fin de 1811 ; elle est déduite d'un seul principe que nous allons exposer.

Lorsque plusieurs corps sont placés dans un lieu dont la température est constante, ils acquièrent tous et conservent cette température commune : c'est en cela que consiste l'équilibre de la chaleur. Ce fait est général ; il ne dépend point de l'espèce et de la forme des corps, ou de la figure de l'enceinte qui les renferme. Si le corps que l'on vient de placer dans le lieu dont la température est fixe est apporté d'un lieu plus froid, il s'échauffe progressivement, et après un certain temps il parvient, sans aucune différence sensible, à la température commune. Il en serait de même si le corps dont il s'agit avait d'abord une température trop élevée. Le temps nécessaire pour ramener un corps à la température fixe dépend de sa forme et de ses dimensions, de la capacité spécifique, de la faculté conductrice, et de l'état de la surface ; enfin, de la densité et de la nature du fluide environnant. Mais la température finale est entièrement indépendante de ces conditions ; elle est la même pour toutes les substances ou solides, ou liquides, ou aériformes. C'est l'effet de la chaleur le plus général et le plus constant que l'on ait observé jusqu'ici, et l'on a heureusement découvert qu'il suffit pour fonder la théorie mathématique du rayonnement.

On considérera d'abord que l'équilibre de la chaleur est indépendant de la présence de l'air atmosphérique ; il s'opère également dans un espace vide d'air. Il faut donc concevoir qu'une enveloppe fermée de toutes parts, et dont la capacité ne contient point d'air, est entretenue

par une cause extérieure quelconque à une température constante V. Si, dans un point de l'espace que l'enceinte termine, on met une molécule qui ait déjà reçu cette même température V, il ne s'opérera aucun changement, quelles que soient la forme et l'espèce de la molécule, et dans quelque point qu'elle soit placée : c'est cette dernière proposition que l'auteur emploie comme l'unique fondement de sa théorie. Il résulte de ce seul fait que les rayons de chaleur qui sortent d'un point quelconque de la surface intérieure de l'enceinte n'ont point tous la même intensité, et que cette intensité est toujours proportionnelle au sinus de l'angle d'émission, c'est-à-dire de l'angle formé par le rayon et par la surface plane, infiniment petite, dont il sort. Les observations des physiciens avaient indiqué cette loi ; M. Fourier cite à ce sujet les expériences de M. Leslie d'Edimbourg, les conséquences géométriques que cet auteur en a déduites, et le traité de M. le professeur Prévost de Genève. Le calcul démontre aujourd'hui la vérité du résultat.

En effet, si cette loi n'avait pas lieu, l'équilibre de la chaleur ne pourrait pas s'établir, et les effets seraient entièrement contraires aux observations communes ; la température des corps dépendrait du lieu où on les placerait, de leur forme et de celle des objets interposés. Si l'on donnait à ces corps des températures initiales égales à celles de l'enceinte, ils ne pourraient la conserver ; ils en changeraient aussi lorsqu'on ferait varier leurs situations respectives. Les uns seraient incomparablement plus échauffés que les autres ; et l'on trouverait, par exemple, la température de l'eau bouillante ou du fer fondant en certains points d'un espace terminé par une enceinte

glacée. Ainsi la loi qui détermine l'intensité variable des rayons pendant que l'équilibre de la chaleur subsiste, est une conséquence certaine d'un fait général. Il existe entre ces deux résultats, quelque différens qu'ils paraissent d'abord, une relation nécessaire que l'analyse découvre. L'un et l'autre sont deux expressions différentes d'un même phénomène, et dérivent de la nature même de la chaleur. L'auteur examine ensuite comment l'équilibre de la chaleur rayonnante s'établit entre des surfaces qui ne jouissent point au même degré de la faculté de réfléchir les rayons; il prouve que la loi précédente ne peut être troublée par l'inégale réflexibilité des surfaces.

Tous les effets de la réflexion de la chaleur, et par conséquent ceux que l'on désigne comme résultant de la réflexion du froid, peuvent être déterminés numériquement au moyen des théorèmes contenus dans ce dixième chapitre. L'analyse mathématique, loin d'être opposée aux explications déjà connues, les confirme, et donne aux conséquences que l'on en déduit l'exactitude rigoureuse qui lui est propre. Non-seulement on aperçoit que la réflexibilité, plus ou moins parfaite, ne doit point troubler l'équilibre de la chaleur; mais on démontre qu'elle n'altère pas la loi d'émission dont cet équilibre dépend. On peut voir aussi, sans le secours du calcul, que les corps froids ou ceux qui réfléchissent les rayons sortis des corps froids, remplacent par une moindre chaleur celle qu'ils interceptent, et que c'est ainsi qu'ils abaissent la température du thermomètre. Mais l'application de l'analyse sert à mesurer ces effets; elle en détermine la valeur numérique, et fait connaître comment

cette valeur dépend de l'étendue et de la forme des surfaces, de leur situation et de leur réflexibilité.

Après avoir reconnu que les rayons sortis d'un même point d'une surface n'ont pas la même quantité de chaleur, et que leur intensité décroît comme le sinus de l'angle d'émission, il restait à découvrir la cause physique du phénomène. L'analyse résout encore cette question, et elle fait connaître que la quantité de chaleur émise doit être d'autant moindre que les rayons sont plus inclinés sur la surface. En effet, supposons qu'une masse solide homogène, d'une profondeur infinie et terminée par une superficie plane, ait, dans tous ses points, une même température; élevon sen un point de la superficie échauffée une perpendiculaire dans l'intérieur de la masse, et considérons seulement la partie *N* de cette normale, dont chaque point contribue à former la quantité de chaleur qui se porte directement et sous forme de rayons dans l'espace extérieur. Chacun de ces points envoie dans tous les sens des rayons également intenses; mais ceux qui sortent perpendiculairement à la surface ont un moindre intervalle à traverser; et, au contraire, ceux dont la direction est oblique sont en grande partie, ou même entièrement, interceptés. Comme ce raisonnement s'applique à tous les points qui sont assez voisins de la superficie pour contribuer à l'émission directe, il en résulte que la quantité totale de chaleur qui sort de la masse, selon une direction oblique, est beaucoup moindre que celle dont la direction est normale à la surface. Il paraît d'abord difficile de soumettre cet effet à l'analyse, parce qu'on ne connaît point la loi suivant laquelle la quantité de chaleur interceptée augmente avec

la distance parcourue. Mais si, pour représenter cette loi, on introduit dans le calcul une fonction quelconque de la distance, on reconnaît que le résultat total est indépendant de la forme de cette fonction. Il ne dépend point non plus de l'étendue *N* marquée sur la normale, et dont chaque point concourt à l'irradiation. Cette étendue est d'ailleurs insensible dans les corps opaques, et il suffit, en général, qu'elle soit moindre que l'épaisseur de la masse. On trouve ainsi que la quantité de chaleur émise sous une direction oblique est exactement proportionnelle au sinus de l'angle d'émission : on pourrait donc aussi déduire cette même loi de la considération physique que nous venons d'exposer.

La théorie mathématique de la chaleur rayonnante a l'avantage d'être fondée sur une analyse beaucoup plus simple que celle du mouvement de la chaleur dans les solides : on peut la réduire aux propositions suivantes :

I°. Si les rayons qui sortent de chaque point de la surface d'un corps échauffé ont une intensité proportionnelle au sinus de l'angle d'émission, tous les corps placés dans un espace terminé par une enveloppe entretenue à une température constante, acquerront ou conserveront une température commune, qui est celle de l'enveloppe : ce résultat est indépendant de la forme et de l'espèce des corps, ou du lieu qu'ils occupent.

II°. Si l'intensité des rayons émis était constante, ou si elle dépendait de l'angle d'émission, suivant une autre loi que celle que l'on vient d'énoncer, l'équilibre de la chaleur ne pourrait point s'établir dans l'espace que l'enceinte termine ; la température acquise par les corps que l'on y placerait dépendrait entièrement de leur figure

ou de celle de l'enceinte. Elle varierait lorsque les corps changeraient de situation, et pourrait devenir incomparablement plus grande que celle de l'enceinte; ce qui est opposé à toutes les observations.

III°. L'équilibre de la chaleur rayonnante consiste en ce que chaque particule d'une surface reçoit une quantité de chaleur équivalente à celle qu'elle perd. Cette compensation n'a pas seulement lieu entre les quantités totales; elle s'établit d'élément à élément, c'est-à-dire que si l'on compare les actions respectives de deux surfaces infiniment petites quelconques s et σ dont la température est α, on trouve que chacune d'elles reçoit de l'autre autant de chaleur qu'elle lui en envoie.

Cette quantité de chaleur reçue et transmise a pour expression $a \frac{s.\sin p.\sin \varphi.\sigma}{y^2}$ en désignant par p et φ les angles que la distance y fait avec les deux surfaces infiniment petites s et σ qui jouissent au même degré de la propriété d'émettre la chaleur.

IV°. La faculté de réfléchir une partie de la chaleur incidente n'altère point la loi qui détermine l'intensité des rayons émis. Lorsque l'équilibre subsiste, cette loi et l'égalité des actions respectives de deux surfaces quelconques, ne dépendent point de la réflexibilité plus ou moins parfaite de ces surfaces. On connaît, par ce résultat même, que la cause qui détermine la réflexion d'une partie de la chaleur incidente est la même que celle qui retient la chaleur intérieure, et qu'elle produit toujours deux effets égaux en sens opposés.

V°. Si l'on considère seulement les points du solide qui, étant placés au-dessous de la superficie échauffée,

concourent à l'émission directe de la chaleur, on trouve que la quantité totale qu'ils envoient sous une direction donnée, est d'autant moindre que cette direction est plus oblique. Un calcul exact démontre que cette quantité est toujours proportionnelle au sinus de l'angle d'émission. On obtient ce résultat en prenant pour l'expression de la quantité de chaleur interceptée une fonction quelconque de la distance parcourue.

Dans le chapitre suivant, l'auteur donne une seconde application de sa théorie générale : la première, qui est jointe à l'introduction, et que nous avons indiquée, a un but d'utilité commune ; la seconde se rapporte à une des plus grandes questions de la philosophie naturelle. Il s'agit de découvrir les lois mathématiques de la distribution de la chaleur solaire à la surface et dans l'intérieur du globe terrestre.

Des causes accidentelles très-variées modifient la température de chaque pays selon la nature, l'élévation, et même la forme du sol ; elle dépend beaucoup de la direction des vents et de la situation des mers voisines. Mais, quelle que soit la diversité de ces causes et leur influence, on peut considérer les températures variables de la surface comme données par les observations, et déterminer leurs effets périodiques dans l'intérieur du globe. Il n'est pas moins important de rechercher, à l'aide d'une analyse rigoureuse, les températures variables ou moyennes qui auraient lieu pour une latitude donnée, en vertu des causes principales, comme le mouvement diurne et annuel du soleil, la nature et l'élévation du sol. L'auteur établit les principes généraux qui servent à résoudre ces questions ; il donne l'expression

analytique du mouvement de la chaleur dans une sphère solide, dont la superficie serait exposée à l'action périodique d'un foyer extérieur. L'effet des rayons étant plus direct entre les tropiques, la chaleur du soleil pénètre surtout les zones équatoriales, se propage vers le centre du globe, et se détourne en même temps vers les régions polaires. L'analyse représente clairement toutes les circonstances de ce grand phénomène, et elle suit et indique les routes intérieures de la chaleur : elle montre que, pour les lieux situés à la plus grande profondeur où nous puissions pénétrer, la température a une valeur fixe qui, en général, et abstraction faite des causes accidentelles, est moyenne entre toutes celles qu'on observerait à la surface. Nous indiquerons aussi quelques autres conséquences de cette analyse.

Les températures des points situés dans l'intérieur du globe, à peu de distance de la surface, subissent des variations diurnes et annuelles d'autant moindres et d'autant plus tardives, que la distance verticale est plus grande. La profondeur à laquelle ces changemens périodiques deviennent insensibles dépend de la durée de la période et de la conducibilité du sol; elle est proportionnelle à la racine carrée de la période, et à la racine carrée de la conducibilité. C'est pour cette raison que les variations diurnes deviennent insensibles à une profondeur dix-neuf fois moindre que les variations annuelles. Il n'y aurait aucune variation diurne ou annuelle si la vitesse de la rotation de la terre et sa vitesse dans son orbite étaient infinies.

La valeur de la température moyenne est la même, pour les points d'une même verticale, à toutes les pro-

fondeurs accessibles. Cette conséquence s'applique à des globes solides, d'un diamètre comparable à celui de la terre, et l'on ne considère ici que les portions des verticales qui sont extrêmement éloignées du centre. A mesure que la chaleur pénètre au-dessous de la surface, et que les variations périodiques deviennent plus petites, elle suit dans sa marche une loi de plus en plus régulière, et qui est indépendante de l'état pour ainsi dire fortuit de la superficie. La température variable d'un point donné de la verticale est alternativement plus grande ou moindre que cette température moyenne, qui est commune à tous les points ; les petites différences sont proportionnelles au sinus des temps écoulés. La durée de la période est aussi la même pour tous les points de la verticale ; elle est celle qu'on observe à la surface. Les points d'une même verticale ne parviennent pas en même temps à la température moyenne ; cette température descend dans l'intérieur du globe ; sa vitesse finale est uniforme ; elle est proportionnelle à la racine carrée de la conducibilité. L'auteur applique ces théorèmes à la seule substance dont la conducibilité spécifique soit exprimée en nombres. Il détermine pour un globe de fer d'un rayon extrêmement grand l'étendue des variations diurnes ou annuelles, la profondeur à laquelle elles s'évanouissent, et la vitesse uniforme de la température moyenne annuelle : cette vitesse est d'environ trente mètres en six mois.

La même analyse fait connaître que, pendant une partie de l'année, la chaleur passe de l'atmosphère dans le globe, et que, pendant la saison opposée, elle traverse de nouveau la surface, et retourne dans l'atmosphère. Cette

oscillation de l'immense quantité de chaleur émanée du soleil maintient l'équilibre des températures terrestres. Pour le cas précédent, qui est celui d'un globe solide de fer, on voit que l'échauffement doit commencer un huitième d'année après que la température de la surface a pris sa valeur moyenne; la saison du refroidissement commence un huitième d'année après que la valeur moyenne s'est reproduite au même point de la surface. Enfin, on peut déterminer la quantité totale de chaleur qui passe pendant une demi-année du globe dans l'atmosphère, en traversant une surface dont l'étendue est donnée; et l'on trouve que, pour un mètre carré, cette quantité de chaleur équivaut à celle qui pourrait fondre une colonne de glace d'un mètre carré de base, sur environ trois mètres de hauteur.

Les effets que le calcul détermine et que l'on vient d'indiquer sont ceux qui résulteraient des seules causes extérieures. S'il existait dans l'intérieur du globe des causes générales ou accidentelles qui concourussent à former les températures, et si leur influence pouvait être sensible près de la surface, on les distinguerait par une longue suite d'observations précises, en comparant entre elles les températures moyennes des différens points d'une même verticale.

Les observations nous avaient appris que la température des lieux profonds est invariable, et qu'elle diffère peu de la valeur moyenne des températures de la surface; que les variations diurnes ou annuelles diminuent à mesure que la profondeur augmente; que ces dernières pénètrent à des distances beaucoup plus considérables; enfin que les plus hautes températures n'ont point lieu en

même temps dans les différens points d'une même verticale. L'analyse mathématique donne aujourd'hui l'explication complète de ces phénomènes ; elle les ramène à une théorie commune, et en fait connaître les lois et la mesure exacte. Si ces résultats n'avaient pas encore été observés, on en acquerrait la connaissance au moyen des équations de la propagation de la chaleur ; car ils sont autant de conséquences évidentes des intégrales exponentielles.

Le XIIe chapitre contient les résultats de plusieurs expériences faites avec des instrumens précis, et dont les résultats, comparés à ceux du calcul, rendent plus sensible la vérité des principes dont la théorie est déduite. On trouve, joint à ce dernier chapitre, un précis historique dans lequel l'auteur expose rapidement les progrès successifs de la théorie de la chaleur ; il s'est fait un devoir de citer avec beaucoup de soin les noms des physiciens et des géomètres dont les travaux ont précédé les siens. Il indique spécialement les ouvrages de Newton, d'Amoutons, de Lambert et de Buffon ; ceux de MM. Laplace et Lavoisier, les recherches de MM. Pictet et Saussure, les traités de M. John Leslie, de M. de Rumford et de M. Prevost ; enfin les expériences faites en 1804 par M. Biot et M. de Rumford.

Nous terminons ici cette analyse d'un ouvrage qui a été le fruit de longues méditations, et qui est destiné à approfondir un des sujets les plus difficiles et les plus importans que les sciences aient encore traités ; elles en retireront une utilité réelle et durable, parce que la théorie qu'il renferme est fondée à la fois sur l'observation et le calcul, et qu'elle offre des applications précieuses. Nous empru terons encore les expressions de l'auteur, qui

indiquent avec précision l'objet qu'il s'est proposé, et serviront de résumé à l'extrait précédent.

« Les recherches qui composent cet ouvrage sont toutes dirigées vers un seul but, qui est d'établir clairement les principes mathématiques de la théorie de la chaleur. »... ....« Les observations feront connaître par la suite si les effets de la chaleur sont modifiés par des causes que l'on n'a point aperçues jusqu'ici, et la théorie acquerra une nouvelle perfection, par la comparaison continuelle de ses résultats avec ceux des expériences; elle expliquera des phénomènes importans que l'on ne pouvait point encore soumettre au calcul; elle apprendra à déterminer tous les effets thermométriques des rayons solaires, les températures fixes ou variables que l'on observerait à différentes distances de l'équateur, dans l'intérieur du globe, ou hors des limites de l'atmosphère, dans l'Océan, ou dans les différentes régions de l'air. On en déduira la connaissance mathématique des grands mouvemens qui résultent de l'influence de la chaleur combinée avec celle de la gravité. Ces mêmes principes serviront à mesurer la conducibilité propre ou relative des différens corps et leur capacité spécifique, et à distinguer toutes les causes qui modifient l'émission de la chaleur à la surface des solides. Cette théorie excitera dans tous les temps l'attention des géomètres, par l'exactitude rigoureuse de ses élémens et les difficultés d'analyse qui lui sont propres, et surtout par l'étendue et l'utilité de ses applications; car toutes les conséquences qu'elle fournit intéressent la physique générale; les opérations des arts, les usages domestiques ou l'économie civile. »

Note contenant quelques expériences relatives à l'action de l'acide hydrochlorique sur les alliages d'étain et d'antimoine.

PAR M. CHAUDET,

Essayeur provisoire des Monnaies.

EN considérant avec soin l'action extrêmement vive qu'exerce l'acide hydrochlorique lorsqu'on le met en contact avec l'étain, et celle presque insensible qu'exerce le même acide sur l'antimoine, on doit être porté à croire qu'on possède dans ce réactif le moyen de séparer ces deux métaux lorsqu'ils se trouvent unis.

Ce fait n'avait point échappé à M. Thenard, et l'on trouve dans le tome LV des *Annales de Chimie*, sous le titre d'*Observations sur la combinaison de l'antimoine avec l'étain*, une expérience tendante à ce but, mais sans succès, l'auteur ayant retrouvé de l'antimoine dans la portion d'étain qui avait été dissoute, portion d'ailleurs extrêmement petite, observant que l'acide hydrochlorique avait une très-faible action sur l'alliage qui faisait l'objet de son travail; lequel était composé d'environ 25 parties d'antimoine et de 75 parties d'étain.

Le degré de l'acide hydrochlorique employé, la température à laquelle l'opération est faite, l'état de division de l'alliage, la quantité d'étain et d'antimoine dissous par cet acide, soit que ce dernier soit ainsi allié, ou qu'il soit seul; enfin, la mesure de l'action de l'acide hydrochlorique, suivant qu'il s'exerce sur des alliages d'étain et d'antimoine, contenant peu ou beaucoup de ce dernier

métal, étaient autant de connaissances qui devaient nécessairement offrir des résultats intéressans, peut-être même conduire à un nouveau moyen d'analyse aussi facile que prompt, et d'autant plus précieux, que la propriété qu'a l'antimoine de durcir l'étain le faisant employer dans beaucoup de cas, et ses alliages se multipliant chaque jour, ils offriront souvent à l'analyste de quoi s'exercer. Telles sont les considérations qui m'ont engagé à entreprendre ce travail, lequel fait l'objet de cette note.

Après m'être procuré dans le commerce de l'étain et de l'antimoine, les plus purs possibles (1), je commençai à étudier l'action de l'acide hydrochlorique sur ces deux métaux pris isolément. En conséquence, je laminai, de l'épaisseur d'un centime environ, une certaine quantité de mon étain; j'en pesai 100 parties (ces 100 parties représentaient cinq grammes), que j'introduisis dans un matras dans lequel je mis ensuite une certaine quantité d'acide hydrochlorique parfaitement pur, dont la pesanteur spécifique était de 1190, et qui marquait 22° à l'aréomètre de Baumé. Au bout de six heures, la dissolution faite à froid en fut parfaitement complète.

Cette opération fut recommencée en faisant bouillir lé-

---

(1) J'aurais bien pu préparer ces deux métaux de manière à les obtenir chimiquement purs; mais comme le but que je me proposais était de voir jusqu'à quel point l'acide hydrochlorique pouvait servir à l'analyse des alliages d'étain et d'antimoine, j'ai pensé que je m'en éloignerais, parce que ces alliages sont toujours faits avec ces deux métaux pris dans le commerce.

gèrement : la dissolution fut complète au bout d'une heure.

Je pris alors 100 parties d'antimoine, après l'avoir préalablement mis en poudre fine dans un mortier de silex ; je les mis dans un matras avec une certaine quantité de l'acide hydrochlorique ci-dessus mentionné. Au bout de vingt-quatre heures de digestion à froid, je recueillis sur un filtre l'antimoine resté au fond du vase ; il se trouva du poids de 96 parties : il y en avait donc eu 4 de dissoutes (1).

Cette opération fut recommencée ; mais, en faisant bouillir trois heures, il y eut également 4 parties d'antimoine de dissoutes. Je fus obligé de passer sur le filtre un peu d'acide hydrochlorique faible, l'eau distillée ayant précipité sur le métal un peu d'oxide d'antimoine.

L'acide hydrochlorique que j'avais employé dissolvait donc complètement l'étain dans plus ou moins de temps, suivant la température à laquelle on opérait ; et le même acide, soit à chaud, soit à froid, était donc susceptible de dissoudre 4 parties sur 100 d'antimoine réduit en

---

(1) Après quelques heures d'introduction dans le matras, la liqueur, qui d'abord était blanche, devint jaunâtre. Ayant agité le vase qui la contenait, cette couleur disparut, revint quelques heures après, et disparut de nouveau par l'agitation; phénomène qui se reproduisit un assez grand nombre de fois. Cette couleur est sans doute due à une certaine quantité de chlore formé aux dépens de l'oxigène d'une portion d'eau décomposée, et qui, par la tendance qu'il a à prendre l'état gazeux, vient à se dégager lors du mouvement imprimé au liquide.

poudre fine, quantité d'autant plus petite, que pendant la dissolution il y eut un léger dégagement de gaz hydrogène sulfuré, et que dans ces 4 parties de perte entrait évidemment une certaine quantité de soufre (1).

D'après ce premier résultat, tout portait à croire qu'en formant des alliages avec ces deux métaux, et les soumettant ensuite, le plus divisés possible, à l'action de l'acide hydrochlorique, on dissoudrait non-seulement la totalité de l'étain qui s'y trouverait contenu, mais encore une petite quantité d'antimoine; quantité qui serait sans doute en rapport avec celle existante dans l'alliage; de sorte que si en effet cette quantité était proportionnelle aux masses employées, et que l'alliage contînt un quart d'antimoine, on devrait avoir la vérité à $\frac{1}{100}$ près.

Je fis alors deux alliages, le premier à partie égale, et le second avec 25 parties d'antimoine et 75 parties d'étain.

Le premier de ces alliages, plus dur que l'antimoine, était tellement aigre, qu'il se brisa en tombant, et se ré-

---

(1) Le sulfure d'antimoine se dissolvant beaucoup plus facilement dans l'acide hydrochlorique que l'antimoine, je fus curieux de voir jusqu'à quel point la quantité de cette substance existante dans l'antimoine qui m'avait servi à cette expérience avait pu influer sur la dissolution de ce métal; je pris, à cet effet, sur les 96 parties d'antimoine non attaqué par l'acide hydrochlorique, 90 parties que je fis bouillir avec une nouvelle quantité de cet acide. Il n'y eut point de dégagement sensible de gaz hydrogène sulfuré : l'acide en avait dissous 2 parties $\frac{1}{2}$; ce qui n'aurait pas fait 3 parties sur 100. Le sulfure d'antimoine qui se trouvait dans l'antimoine que j'avais employé avait donc favorisé la dissolution de plus d'une partie de ce métal.

duisit très-facilement en poudre fine. Sa mie était blanche et composée d'une infinité de petits grains; sa pesanteur spécifique, prise avec beaucoup de soin et plusieurs fois, était de 6,803, l'eau distillée étant un.

Le second alliage, dont la pesanteur spécifique s'est trouvée être de 7,059, s'aplatissait d'abord assez bien sous le marteau, mais finissait par y gercer légèrement. A cette proportion d'un quart d'antimoine, il est facile de s'apercevoir que l'étain perd déjà de sa ductilité.

Ire *Expérience*.

100 parties du premier alliage à partie égale, mis en poudre fine, furent traitées à chaud par l'acide hydrochlorique; l'action parut très-faible; le métal conserva sa blancheur et son brillant métallique. Après trois heures environ d'ébullition, je filtrai; il se trouva 77 parties: il n'y avait donc eu que 33 parties de métal dissoutes.

IIe *Expérience*.

100 parties du second alliage, contenant 25 parties d'antimoine et 75 parties d'étain, après avoir été laminées mince, furent traitées à chaud par l'acide hydrochlorique. L'action fut plus vive que dans l'expérience précédente; le métal devint légèrement gris, de parfaitement blanc qu'il était. Après une heure d'ébullition, et ne paraissant plus y avoir d'action, je filtrai; il se trouva 47 parties: il y avait donc eu 53 parties de métal dissoutes.

D'après ces deux expériences, il était facile de voir que l'antimoine, presque continuellement insoluble dans l'acide hydrochlorique, s'opposait à la dissolution de l'étain dans cet acide, et qu'il se dissolvait d'autant plus

de ce dernier métal, qu'il existait moins d'antimoine dans l'alliage.

En se rappelant l'opération qu'on pratique lorsqu'on veut enlever par l'acide nitrique l'argent contenu dans l'or, et la nécessité où l'on est, si l'on veut en extraire ce premier métal jusque dans ses derniers millièmes, d'en porter la proportion à trois parties contre une d'or, ce qu'on appelle *inquartation*; en se rappelant, dis-je, cette opération, et en la rapprochant de celle qui m'occupait, il était naturel de penser que l'étain était là à l'antimoine ce que l'argent est à l'or dans l'opération du départ de ce métal par l'acide nitrique; que la proportion de l'étain nécessaire à l'*inquartation* de l'antimoine devait être beaucoup plus grande; qu'elle était fixée par la nature et qu'il fallait seulement la chercher. Je fis l'expérience suivante:

III[e] *Expérience.*

Je pesai avec soin, à une balance qui indiquait facilement 10 millièmes de gramme, 10 parties d'antimoine et 90 parties d'étain, ce qui faisait 9 parties contre une. J'enveloppai le tout dans un peu de papier, je le mis au fond d'un petit creuset à essais, je recouvris d'une couche de charbon en poudre fine pour éviter l'oxidation, et je la mis rougir sous la moufle du fourneau à coupelle l'espace de 12 minutes. Après ce temps, je le retirai du feu, je laissai refroidir et je trouvai un petit culot que j'aplatis après avoir eu le soin de le brosser; je le coupai en plusieurs morceaux, je les enveloppai de nouveau dans du papier, et je les refroidis sous la moufle du fourneau à coupelle, de la même manière et le même temps. Cette double opération était nécessaire pour rendre

l'alliage bien uniforme. Enfin, je le refroidis une troisième fois sans l'aplatir, après l'avoir bien brossé, et avec le soin de mettre au-dessus seulement un petit rond de papier pour séparer la couche de charbon en poudre, lequel empêche souvent d'avoir un culot bien homogène. Avec ce soin, j'obtins un petit culot bien uni, ayant le brillant métallique et pesant juste 100 parties. Je le laminai le plus mince possible, je le coupai avec des ciseaux en petits fragmens, et je l'introduisis dans un matras dans lequel je mis ensuite excès d'acide hydrochlorique. Le tout ayant bouilli plus de deux heures, je laissai refroidir, et je recueillis sur un filtre la portion non dissoute : elle était du poids de 12 parties au lieu de 10 : l'étain n'y était donc point encore dans une assez grande proportion.

IVe *Expérience*.

J'alliai, avec les mêmes précautions que dans l'expérience précédente, 5 parties d'antimoine à 100 parties d'étain, ce qui faisait par conséquent 20 parties de ce dernier métal contre une du premier. Le culot aplati, laminé mince, coupé et introduit dans un matras, je mis excès d'acide hydrochlorique. L'action fut vive, même à froid, et au bout d'un quart d'heure la dissolution parut presque terminée. L'antimoine, divisé, nageait dans la liqueur; quelques portions cependant avaient encore conservé la forme de lame que lui avait donnée le laminoir. Je fis bouillir deux heures au moins, je recueillis sur un filtre : il se trouva 5 parties d'antimoine, ce qui était précisément la quantité que j'y avais mise.

Cette expérience fut répétée et donna le même résultat (1).

Je fis une semblable opération dans laquelle je mis 15 parties d'étain contre une d'antimoine seulement, au lieu de 20, et j'eus une *surcharge*.

J'en fis également une dans laquelle l'antimoine était à l'étain dans la proportion de 1 à 30, et je retrouvai l'antimoine que j'y avais mis.

Enfin, je ne mis qu'un centième, ensuite un quart de centième d'antimoine sur 100 parties d'étain, et je les retrouvai parfaitement (2).

Quoique l'antimoine soit sensiblement soluble dans

---

(1) Lorsqu'on n'a pas fait bouillir le temps nécessaire, qui est de deux à trois heures, on a quelquefois une légère *surcharge*; mais elle ne s'élève jamais au-dessus d'une demi-partie. Il faut, pour que ce départ se fasse bien, que l'antimoine se réduise facilement en poudre dans l'acide hydrochlorique à 22°; ce qui arrive toujours avec la proportion de 20 d'étain contre un d'antimoine, si l'alliage a été laminé suffisamment mince, et qu'on ait eu le soin de faire bouillir au moins deux heures et demie.

(2) L'antimoine, dans ces diverses opérations, est extrêmement divisé, d'un gris noirâtre, se rassemble facilement au fond du vase, et occupe, vu son poids, un volume très-considérable; ce qui donne le moyen d'en reconnaître des quantités même impondérables.

Il est très-vraisemblable que ce métal composait en grande partie le résidu insoluble dans l'acide hydrochlorique observé et non examiné par Baumé, lorsque ce laborieux chimiste confectionnait en grand l'hydrochlorate d'étain.

l'acide hydrochlorique, et que l'eau distillée m'en ait même laissé reconnaître dans l'hydrochlorate d'étain de la quatrième expérience, ces résultats me semblent faciles à expliquer. L'acide hydrochlorique ayant une grande affinité pour l'étain, et se trouvant en contact avec ce métal allié d'un vingtième d'antimoine seulement, il s'en sature d'abord, et perd ainsi la faculté d'agir sur ce dernier. Cependant il ne la perd pas en entier, puisqu'on en retrouve dans l'hydrochlorate d'étain; mais ce fait prouve moins que l'acide en recèle des quantités notables, que la sensibilité de l'eau distillée comme réactif pour en reconnaître la présence dans sa dissolution hydrochlorique, d'autant que ce phénomène est rendu beaucoup plus sensible par la propriété qu'a l'oxide d'antimoine qui se précipite au milieu de l'hydrochlorate d'étain, d'entraîner, ainsi que l'a découvert M. Thenard (1), une grande quantité d'oxide de ce métal.

Il n'est pas vraisemblable qu'il reste de l'étain dans l'antimoine; car, comment croire qu'il en reste constamment des quantités semblables aux quantités d'antimoine dissous ? Il est donc beaucoup plus probable que l'eau distillée indique des quantités qui ne sont point appréciables à la balance.

Comme il arrive souvent qu'on allie le plomb à l'étain déjà allié d'antimoine, j'ai fait une expérience pour savoir jusqu'à quel point ce nouveau métal pouvait changer les résultats qu'on obtient dans le moyen d'analyse que je propose; et je me suis assuré que l'alliage d'étain

---

(1) *Voyez* les *Annales de Chimie*, t. LV, p. 276.

et d'antimoine pouvait en contenir des quantités assez grandes sans nuire au succès de l'opération.

Pour terminer ce travail, je pense qu'il est nécessaire de tracer la marche qu'il faudra suivre lorsqu'on aura des alliages d'étain et d'antimoine à essayer, et qu'on voudra user du moyen que j'indique.

On commencera d'abord par s'assurer que l'alliage qu'on soumet à l'analyse ne contient que ces deux métaux, et que s'il contient du plomb, sa quantité ne va pas au-delà de 25 pour cent, ce dont on s'assure facilement en en traitant une portion par l'acide nitrique, et en précipitant ensuite le plomb par l'acide sulfurique.

Cette première connaissance acquise, il faudra déterminer à peu près la quantité d'antimoine qui s'y trouve contenue. On y parviendra facilement en faisant une opération en petit, c'est-à-dire, en prenant cinq parties de l'alliage, en les alliant à 100 parties d'étain, en laminant, et en traitant ensuite à chaud par l'acide hydrochlorique : la partie non dissoute indique, à peu de chose près, la quantité d'antimoine.

Une fois cette donnée obtenue, on prend 100 parties de l'alliage soumis à l'essai ; on y allie, sous le charbon, avec toutes les précautions indiquées dans la troisième expérience de cette note, une quantité d'étain pur telle, qu'il s'en trouve 20 parties contre une d'antimoine, en y comprenant celui qui s'y trouve déjà allié. Le nouvel alliage bien fait, on l'aplatit, on le lamine très-mince, on le divise en le coupant avec des ciseaux, on l'introduit dans un matras avec excès d'acide hydrochlorique pur, à 22° de l'aréomètre de Baumé ; et après deux heures et demie d'ébullition au moins, on recueille sur un filtre :

le poids de la matière insoluble donne juste celui de l'antimoine.

Si l'alliage contenait du plomb, il faudrait le laminer avec beaucoup de soin, parce que ce métal l'aigrit beaucoup. Enfin, une heure d'ébullition suffirait dans ce cas, parce que l'antimoine se met plus aisément en poudre dans l'acide hydrochlorique, et que le départ paraît s'en faire beaucoup plus facilement.

Nouvelles Expériences sur le développement des forces polarisantes par la compression, dans tous les sens des cristaux.

PAR M. BIOT.

Lu à l'Institut le 13 janvier 1817.

ON sait, depuis plusieurs années, que le verre et les autres substances diaphanes qui n'exercent point d'action polarisante propre et déterminée sur la lumière qui les traverse, acquièrent cette propriété lorsqu'elles sont fortement chauffées et ensuite refroidies rapidement. M. Seebeck, à qui l'on doit la découverte de ce phénomène, y remarqua cette particularité, en apparence extraordinaire, que les couleurs ainsi développées dans les faisceaux polarisés affectaient dans chaque plaque une distribution déterminée, dépendante de sa forme, et variable avec elle. M. Brewster, qui, de son côté, mais plus tard, avait été conduit à des observations analogues, montra, par une suite d'expériences ingénieuses, que les couleurs dans lesquelles les faisceaux polarisés sont décomposés

par des plaques ainsi préparées, suivent exactement les mêmes lois de la polarisation mobile que j'ai établies pour les cristaux réguliers; avec cette seule différence que la direction des axes desquels les forces polarisantes émanent est variable en différens points des plaques, au lieu d'être unique comme dans les cristaux. M. Brewster remarqua aussi que la propagation successive et inégale de la chaleur dans les plaques produisait des effets pareils. Ces résultats s'accordaient parfaitement avec l'opinion que j'avais émise sur leur cause dès les premiers momens où nous en eûmes connaissance; car je les avais attribués dès-lors à l'état d'équilibre nouveau et forcé auquel les molécules des plaques sont amenées par l'espèce de trempe qu'on fait subir à leur système; état qui, déterminant une dépendance plus ou moins régulière entre toutes les particules d'une même masse, empêche leurs actions polarisantes individuelles de se compenser aussi bien qu'elles le faisaient auparavant dans un état d'arrangement tout-à-fait confus. (*Voy.* le *Bulletin des Sciences*, août 1815). Il résultait de là que tout système solide devait pouvoir produire des effets semblables, s'il était ainsi modifié. De nouvelles découvertes de M. Brewster et de M. Seebeck mirent encore cette propriété dans une entière évidence. M. Brewster trouva que l'on pouvait développer des forces polarisantes dans les gelées animales par la pression seule; elles paraissaient sous l'influence de cette pression, et disparaissaient avec elle. L'expansion en produisait aussi, mais dont le sens d'action, ou les directions d'axe, était opposé. Il trouva de plus, et M. Seebeck fit encore de son côté la même découverte, qu'une forte pression peut aussi donner ces propriétés au verre comme

l'aurait fait la trempe ; et non - seulement le verre, mais le muriate de soude, le spath fluor, cristaux qui, d'après la symétrie de leurs formes primitives, n'exercent sur la lumière ni double réfraction ni polarisation, acquièrent par ce moyen des forces polarisantes distribuées comme dans les plaques de verre.

Mais jusque-là ces procédés divers semblaient ne pouvoir modifier nullement les substances doublement réfringentes et régulièrement cristallisées ; car, ni la pression, ni l'expansion, ni la propagation de la chaleur ne pouvaient développer des faisceaux colorés dans les plaques de ces substances, qui devaient produire des images blanches en vertu de leur épaisseur ou de l'énergie propre de leur action. Enfin, M. Brewster vient d'y parvenir, mais seulement pour une direction particulière des rayons lumineux dans l'intérieur des cristaux, lorsque leur trajet est parallèle à l'axe du cristal. Voici l'extrait de son observation, telle qu'on la trouve décrite dans le 4e Numéro du Journal de l'*Institution royale*, qui vient d'arriver à Paris. « Lorsque la lumière polarisée est transmise suivant l'axe de cristaux, tels que « le béril, le spath calcaire et le quartz, la force de « polarisation et la force de double réfraction s'évanouissent ; et, à mesure qu'on s'éloigne de cette position, « l'énergie de ces forces croît comme le carré du sinus « de l'angle que les rayons polarisés forment avec l'axe « du cristal (1). Or, quand la force polarisante est de-

(1) Cet énoncé n'est pas tout-à-fait exact. Ni l'expérience ni la théorie ne font connaître la loi de la force qui produit la double réfraction. Elles prouvent seulement que cette force

« venue assez faible pour produire des teintes comprises « dans les limites de la Table de Newton, le docteur « Brewster trouve que l'application de forces compri-« mantes ou dilatantes est capable d'accroître ou de di-« minuer la force polarisante *ou la force de double ré-« fraction*, selon la manière dont l'application est faite ; « et que les mêmes procédés sont capables de commu-« niquer les mêmes forces au cristal lorsque le rayon est « exactement parallèle à l'axe. Ces expériences ont été « faites avec le spath calcaire et le cristal de roche. Le doc-« teur Brewster trouve aussi que les forces de double ré-

---

émane de l'axe du cristal, et elles mesurent son effet total sur le carré de la vitesse du rayon extraordinaire, quand il a pénétré dans le cristal à une profondeur sensible. Il en résulte, dans ce carré, une variation proportionnelle au carré du sinus de l'angle formé par l'axe du cristal avec le rayon réfracté extraordinairement : cette variation est additive à la vitesse ordinaire dans les cristaux attractifs ; elle est soustractive dans les cristaux répulsifs. J'ai trouvé que le coefficient de cette proportionnalité est lié avec l'énergie de la force polarisante tellement qu'on peut déduire l'un de l'autre. J'ai prouvé de plus, dans les Mémoires de l'Institut et dans mon *Traité de Physique*, que l'*effet total* des forces polarisantes sur les teintes varie proportionnellement au carré du sinus de l'angle formé par l'axe du cristal avec le rayon réfracté ; mais il n'en résulte pas du tout que la force suive aussi cette loi ; et, au contraire, en considérant ces phénomènes comme produits par des oscillations des molécules lumineuses, on trouve qu'ils indiqueraient une force proportionnelle à la quatrième puissance du sinus de l'angle formé par l'axe du cristal avec le rayon réfracté. (*Note de l'Auteur du Mémoire.*)

« fraction et de polarisation peuvent être excitées dans les « minéraux par la transmission de la chaleur, de la même « manière que dans les plaques de verre. » Ces résultats obtenus par M. Brewster, quoique fort curieux, sont cependant très-simples et étaient très-faciles à prévoir. Lorsqu'un rayon de lumière traverse un cristal parallèlement à l'axe de double réfraction, ce n'est plus un cristal qu'il traverse, mais un corps qui, sous ce rapport, n'a pas plus d'action polarisante sur lui que n'en aurait une masse d'eau ou de toute autre substance dont les particules n'auraient aucun arrangement régulier (1). Il est donc tout simple que si l'on comprime latéralement le cristal dans cette circonstance, on imprime à ses particules un nouvel état d'équilibre forcé, qui, s'il n'a d'ailleurs point dérangé la direction de l'axe, rendra le système capable d'exercer sur le rayon lumineux des forces polarisantes indépendantes de la cristallisation; et comme l'énergie que l'on peut donner ainsi à ces nouvelles forces est toujours très-faible, il en résultera seulement aussi les phénomènes de couleurs que produisent habituellement les plaques de verre ou de tout autre corps non cristallisé. Or, on sait que de pareilles plaques, lorsqu'elles sont dans cet état, modifient les teintes des lames minces cristal-

---

(1) Il faut toutefois excepter le cas où les molécules même du cristal exercent des forces polarisantes propres, indépendantes de leur mode d'agrégation, telles qu'il en existe dans le cristal de roche, et même dans certains fluides, comme je l'ai fait voir dans le *Bulletin des Sciences* pour décembre 1815; mais ces forces se distinguent des autres par un mode particulier d'action. (*Note de l'Auteur du Mémoire.*)

lisées avec lesquelles on les combine : donc, si l'on incline peu à peu les plaques cristallisées et comprimées sur le rayon qui les traverse, ce qui y développera graduellement l'énergie de la force polarisante émanée de l'axe, il est clair que les couleurs dépendantes de cette cause devront être modifiées par l'action des forces étrangères que la compression a développées, de même qu'elles le seraient par toute autre action de même ordre que l'on combinerait avec la force émanée de l'axe, par exemple, en transmettant les rayons sortis du cristal à travers une lame de chaux sulfatée assez mince pour produire aussi la polarisation mobile et les couleurs qui en sont la conséquence. Quant à la double réfraction que M. Brewster est dit aussi avoir développée par le même procédé, je suis convaincu que, si cela a eu lieu, ce n'a pu être que parce que la cause de compression ou de dilatation appliquée à la plaque cristallisée a agi de manière à tordre son axe ; car, par cela même que les procédés mécaniques développent dans la plaque les couleurs de la polarisation mobile, elles sont encore excessivement loin de pouvoir y produire la duplication des images, caractère de la double réfraction. Mais comme tous les morceaux de cristal réguliers d'une grosseur sensible ne sont réellement que des agrégations d'une multitude infinie de petits cristaux dont tous les axes ont des directions parallèles, il est clair que si vous pliez une pareille plaque de manière à tordre la direction générale de l'axe de ses particules, le rayon qui la traversera ne pourra plus être parallèle à tous les axes partiels ; et il se développera ainsi des forces de double réfraction qui, si elles sont suffisamment énergiques, produiront le doublement des images, de même qu'on

l'obtient sans aucune compression mécanique dans une plaque de spath d'Islande taillée perpendiculairement à l'axe, lorsqu'au lieu de la faire traverser par des rayons exactement parallèles à cet axe, on les incline graduellement, et suffisamment, sur sa direction.

Pour confirmer ces idées, qui ne sont au reste que des applications de la théorie générale des forces polarisantes, je vais montrer que l'on peut développer par la compression les forces polarisantes secondaires, et les phénomènes de coloration qui en sont la suite, non-seulement dans le sens de l'axe, comme l'a fait M. Brewster, mais dans tous les sens possibles des cristaux. Pour cela, il faut remarquer que, si la simple application des procédés mécaniques sur une plaque cristallisée, épaisse, taillée, par exemple, parallèlement à l'axe, ne produit point de nouveaux phénomènes de polarisation sensibles, c'est que les forces polarisantes qu'un pareil procédé développe étant très-faibles, elles ne peuvent pas faire rentrer l'action propre de la plaque dans les limites de la Table de Newton; ce qui est pourtant nécessaire pour développer des couleurs. Que faut-il donc faire alors? Il faut trouver le moyen de mesurer directement la faible influence de ces forces secondaires sur la force de polarisation principale: or, c'est ce qui est facile, d'après les observations que j'ai depuis long-temps publiées sur les plaques épaisses. Il suffit que les rayons polarisés qui arrivent à la plaque cristallisée que l'on comprime, ne lui parviennent pas directement et après avoir seulement subi l'action réfléchissante qui les a polarisés; il faut les préparer en leur faisant traverser une autre plaque cristallisée dont l'action soit de même nature que celle de la seconde plaque,

et qui ait son axe de cristallisation dirigé à angle droit sur le sien, ou dont l'action soit de nature contraire, et qui ait son axe parallèle à celui de la seconde plaque. De cette manière, lorsque les rayons arriveront à celle-ci, son action ne fera que compléter les oscillations que les molécules lumineuses auront subies dans la première, et le résultat définitif sera le même que si le rayon polarisé avait traversé une seule plaque dont l'action totale fût égale à la différence des actions des lames combinées. Par exemple, si ces actions sont égales, le rayon, après avoir traversé les deux plaques, se trouvera avoir repris complètement sa polarisation primitive, comme s'il n'eût point traversé du tout de corps cristallisé; mais si la différence des actions, sans être tout-à-fait nulle, est assez petite pour que les effets qui en résultent rentrent dans les limites de la Table de Newton, alors le système présentera les phénomènes de la polarisation mobile, et les deux images des faisceaux seront colorées. Dans ce cas, si l'on comprime une des deux plaques, les forces polarisantes que l'on y développera seront du même ordre que la différence qui reste seule sensible dans le système, et leur effet deviendra apparent par les changemens qu'elles produiront dans les teintes des faisceaux. Ces déductions de la théorie sont parfaitement confirmées par l'expérience. Je mets sous les yeux de l'Académie une plaque de cristal de roche taillée parallèlement à l'axe, et de 9 millimètres et demi d'épaisseur, qui, étant combinée avec une plaque de chaux sulfatée d'une épaisseur à peu près pareille, donne des images colorées, lorsqu'on les fait traverser toutes deux par un rayon polarisé, et qu'on analyse la lumière transmise à l'aide d'un prisme de spath

d'Islande. Les choses étant ainsi disposées, si l'on presse fortement cette plaque de cristal de roche dans un étau, suivant un sens perpendiculaire au rayon transmis, on voit des nœuds de coloration se former aux points de contact des mâchoires de l'étau, et aussi de nouvelles lignes colorées qui, rayonnant de ces points, se répandent dans la plaque, précisément comme cela arrive dans les plaques de verre que l'on presse. J'ai répété la même expérience sur plusieurs autres plaques de cristal de roche et de chaux sulfatée, et les résultats ont été les mêmes. il faut donc nécessairement en conclure que l'effet de la compression pour développer des forces polarisantes a lieu dans tous les sens des corps diaphanes, cristallisés comme non cristallisés. La seule différence, c'est que, dans ceux qui ne possèdent point de forces polarisantes propres, celles que l'on développe deviennent, à cause de leur faiblesse même, immédiatement sensibles par l'apparition de faisceaux colorés, polarisés en divers sens; au lieu que, dans les plaques cristallisées, ces effets, quoique se produisant toujours, ne font que se combiner avec la force polarisante propre résultante de la cristallisation, et ne peuvent pas, dans les plaques épaisses, atténuer assez les résultats dus à cette force principale pour les faire rentrer dans les limites de la Table de Newton où la coloration est sensible.

Analyse des Sels de strontiane et de quelques minéraux.

PAR M. STROMEYER.

(Extrait des *Annonces littéraires de Gottingue* de 1816.)

M. STROMEYER a lu à l'Académie royale des Sciences de Gottingue, dans la séance du 10 février 1816, un Mémoire sur les propriétés chimiques de la strontiane. La découverte de la cœlestine lamelleuse (strontiane sulfatée laminaire) du Süntel, près de Münder, dans le pays d'Hanovre, sur le gisement et l'analyse de laquelle il a présenté un Mémoire à l'Académie, en commun avec M. Hausmann (Gott. gelehrte Anzeig. 1811, p. 1873), lui procurait l'occasion qu'il recherchait depuis long-temps de faire un nouvel examen des propriétés chimiques de la strontiane, et de ses combinaisons avec les acides.

La différence assez grande qu'on trouve dans les résultats des analyses des sels de la strontiane, par Hope, Klaproth, Kirwan, Pelletier, Richter, Vauquelin, Rose et Bérard, donnait lieu de croire qu'on s'était trompé dans quelques-unes de ces analyses, et faisait désirer de nouvelles recherches.

M. Stromeyer s'est servi du carbonate de strontiane pour déterminer les proportions des autres sels de strontiane, en cherchant combien il fallait de chaque acide pour décomposer un poids de carbonate.

Dans une analyse de ce sel, qu'il avait faite auparavant, en évaluant l'acide carbonique par la perte qu'il éprouvait en se dissolvant dans l'acide nitrique, il avait trouvé, pour ses élémens, 70,545 de strontiane, et 29,455 d'acide carbonique. Mais s'étant assuré qu'on ne

trouve pas, par ce moyen, les proportions exactes des carbonates, parce que la différence des résultats est beaucoup trop grande pour en prendre la moyenne, il a déterminé la quantité d'acide du carbonate de strontiane, dans une cloche soigneusement divisée et renversée sur le mercure, au moyen de l'acide muriatique.

Dans cinq analyses peu différentes entre elles, $0^{gr},5$ de carbonate de strontiane, précipité du nitrate de strontiane par le carbonate d'ammoniaque et parfaitement desséché, ont donné entre 75,256 et 75,978 centimèt. cubes, ou, en prenant la moyenne de tous les résultats, 75,5394 centimètres cubes de gaz acide carbonique, la température étant 0°, et la hauteur du baromètre $0^{m},76$. Comme MM. Biot et Arago ont trouvé le poids de 1000 c. c. de gaz acide carbonique égal à $1^{gr},965$, la température étant 0° et la hauteur du baromètre $0^{m},76$, il en résulte que $0^{g},5$ de carbonate de strontiane contiennent $0^{gr},1484$ grammes de gaz acide carbonique, et que par conséquent le carbonate de strontiane est composé de

Strontiane,	70,313 ou	100,00;
Acide carbonique,	29,687	42,22.
	100,000	142,22.

Cette proportion de l'acide carbonique n'est que très-peu inférieure à celle trouvée par Klaproth dans la strontiane carbonatée naturelle d'Ecosse; ce qui confirme exactement l'analyse de M. Stromeyer, parce que les strontianes d'Ecosse, comme celles de la Saxe, contiennent toujours quelques parcelles de carbonate de chaux. L'analyse de Bérard, d'après laquelle la proportion d'acide carbonique s'élève à 26 pour 100, n'est donc pas exacte.

Ni le carbonate de strontiane qu'on fait artificiellement, ni celui qu'on trouve dans la nature, ne contiennent de l'eau de cristallisation, et c'est une erreur lorsque MM. Hope et Pelletier déterminent la proportion de l'eau dans ce sel à 8 à 9 pour 100.

En prenant avec Wollaston 10 pour le nombre proportionnel ou l'équivalent de l'oxigène, on trouve, d'après l'analyse de M. Stromeyer, les nombres suivans pour les équivalens

Du carbonate de strontiane,	92,768;
De la strontiane,	65,228;
Du strontium,	55,228.

La strontiane est donc composée :

De strontium,	84,669 ou	100,000;
D'oxigène,	15,331	18,107.
	100,000	118,207.

Ayant déterminé avec exactitude les proportions du carbonate de strontiane, M. Stromeyer a cherché les proportions du sulfate, du nitrate, du muriate et du phosphate de strontiane, et il a trouvé que

100 parties de carbonate de strontiane, saturées,

Par l'acide sulfurique, ont donné :

Sulfate de strontiane rougi au feu,	123,353.
Par l'acide nitrique,	
Nitrate de strontiane parfaitement desséché,	142,388.
Par l'acide muriatique,	
Muriate de strontiane fondu,	107,21.
Par l'acide phosphorique,	
Phosphate de strontiane rougi au feu,	110,84.

Le sulfate de strontiane est donc composé de :

Strontiane,	57,0 ou	100,00 ;
Acide sulfurique,	43,0 ou	75,44.
	100,0	175,44.

100 parties de sulfate de strontiane étant décomposées par le carbonate de soude, et le sulfate de soude obtenu étant précipité par le muriate de baryte, ont donné 126,54 parties de sulfate de baryte rougi au feu, d'où il résulte que la quantité d'acide sulfurique du sulfate de strontiane = 43,0, en admettant avec M. Berzelius 34,0 parties d'acide sulfurique dans 100 parties de sulfate de baryte. La proportion de l'acide sulfurique dans l'analyse du sulfate de strontiane, par M. Vauquelin, est donc de 3 pour 100 trop grande, et dans celle de Kirwan, de 1 pour 100 trop basse.

Le nitrate de strontiane contient :

Strontiane,	49,38 ou	100,00 ;
Acide nitrique,	50,62	102,51.
	100,00	202,51.

Le nitrate de strontiane ne contient pas d'eau de cristallisation, de même que le nitrate de baryte, et les 4 centièmes que M. Vauquelin a trouvés dans le premier proviennent sans doute d'un mélange mécanique. Cependant M. Stromeyer est porté à croire qu'il existe un nitrate de strontiane combiné avec l'eau, qui se distingue du nitrate de strontiane ordinaire par la propriété de s'effleurir à l'air; mais il ne l'a pas examiné d'une manière particulière.

Le muriate de strontiane fondu est composé de :

Strontiane,	65,585 ou	100,000 ;
Acide muriatique,	34,415	52,474.
	100,000	152,474.

Quoique ce résultat contrarie toutes les analyses du muriate de strontiane faites jusqu'ici, il répond assez bien à la proportion de M. Rose, qui a trouvé que 100 parties de muriate de strontiane donnaient 181,25 de muriate d'argent. Il est aussi d'accord avec les lois des proportions des autres muriates, et on peut le regarder comme parfaitement exact.

Le phosphate de strontiane est composé de :

Strontiane,	63,435 ou	100,00;
Acide phosphorique,	36,565	57,64.
	100,000	157,64.

D'après M. Vauquelin, le phosphate de strontiane est composé de 58,76 de strontiane, et de 41,24 d'acide ; mais cette analyse n'est pas d'accord avec la capacité de l'acide phosphorique.

MM. Hausmann et Stromeyer ont communiqué à l'Académie royale des Sciences de Gottingue, dans la séance du 13 juillet 1816, une analyse de deux minéraux, dont l'un est une mine nouvelle, que M. Hausmann a trouvée dans la collection que feu M. Asch a léguée au Muséum de l'Académie. Déjà ses caractères extérieurs avaient fait penser qu'elle était essentiellement différente de toutes les mines connues jusqu'ici, et l'analyse de M. Stromeyer a constaté parfaitement cette opinion. La couleur du mi-

néral tient le milieu entre le gris le plus foncé du plomb et le noir du fer, avec une faible nuance de rouge de cuivre. La cassure en est parfaitement conchoïde, et l'éclat bien métallique. Sa pesanteur spécifique, d'après M. Stromeyer, est 6,255.

100 parties de ce nouveau minéral, séparées, autant qu'il était possible, de tout le cuivre pyriteux qui s'y trouvait mêlé, ont donné par l'analyse :

Argent,	52,27 ;
Cuivre,	30,48 ;
Fer,	0,33 ;
Soufre,	15,78.
	98,86.
Perte,	1,14.

Ou bien de :

Argent,	52,87 ;
Cuivre,	30,83 ;
Fer,	0,34 ;
Soufre,	15,96.
	100,00.

La quantité du soufre répond exactement aux capacités de ces métaux pour le soufre, et il suit de cette analyse que le nouveau minéral est une combinaison de cuivre sulfuré, et d'argent sulfuré, qui n'avait pas encore été trouvée dans la nature, et dans laquelle les deux métaux sont combinés exactement avec la même proportion de soufre. Si l'on détermine, d'après ce résultat, les protions du minéral, on trouvera :

Argent sulfuré,	60,65;
Cuivre sulfuré,	38,65;
Fer sulfuré,	0,70.
	100,00.

La pesanteur spécifique correspond très-bien avec cette analyse. La petite proportion du fer sulfuré provient sans doute d'un peu de cuivre pyriteux qui s'y trouvait entremêlé, et qui n'appartient pas à la composition de la mine; mais comme la proportion des élémens du cuivre pyriteux n'est pas encore déterminée très-exactement, M. Stromeyer n'a pas voulu évaluer la quantité de cuivre pyriteux d'après celle du fer.

Conformément à cette analyse, M. Hausmann a donné au minéral le nom de *sulfure de cuivre et de fer* (*silberkupferglanz*). Le gisement de cette mine remarquable est au Schlangenberg en Sibérie, qui est si riche en produits métalliques : on l'y trouve dans un hornstein esquilleux (*splittriger hornstein*) avec le cuivre pyriteux et le cuivre pyriteux irisé (*buntkupfererz*). L'autre substance minérale présentée à l'Académie par MM. Hausmann et Stromeyer est un minéral terreux, qu'on a trouvé, depuis quelque temps, à Grafenthal, dans le Salfeld, en Saxe, et qui leur a été envoyé par M. Riemann, conseiller de mines, et M. Roepert de Cobourg; elle ressemble, par son extérieur, plutôt à un sel cuivreux qu'à une substance terreuse, et c'est pour cela que M. Stromeyer l'a nommée *allophane*. La couleur en est d'un bleu de ciel faible, passant au vert-de-gris; elle a la cassure conchoïde, d'un

éclat vitreux, passant à l'éclat de la cire; elle est translucide, faiblement dure; sa pesanteur spécifique n'est que de 1,852 à 1,889. On la trouve, soit concrétionnée, soit en masse, ou disséminée dans une roche marneuse et ferrugineuse qui forme des couches, selon M. Riemann, dans les montagnes de transition.

D'après une moyenne de trois analyses de M. Stromeyer, qui étaient peu différentes entre elles, cette substance est composée de :

Alumine,	32,20;
Silice,	21,92;
Chaux,	0,73;
Sulfate de chaux,	0,52;
Carbonate de cuivre,	3,06;
Eau,	0,27;
Hydrate de fer,	41,30.
	100,00.

Malgré la propriété qu'a cette substance de se réduire très-facilement en gelée avec les acides, et de s'y dissoudre presque en entier, on n'y a pas trouvé la moindre trace de potasse ou de soude. On voit que la silice peut se dissoudre dans les acides, sans être accompagnée d'un alcali, aussitôt qu'elle n'a pas beaucoup de cohésion.

La couleur bleue de l'allophane et sa ressemblance avec le sulfate de cuivre proviennent du carbonate de cuivre qui s'y trouve sans doute comme cuivre azuré. Quoique le sulfate de chaux soit en très-petite quantité dans l'allophane, il semble pourtant lui appartenir, parce qu'on n'en trouve pas une proportion notable dans sa gangue.

Ce minéral paraît devoir être placé parmi les zéolithes auprès de la haüyne, dont il a presque toutes les propriétés physiques et chimiques.

Examen de la méthode pour séparer la magnésie de la chaux, au moyen du carbonate neutre de potasse.

Par le Professeur Bucholz.

Extrait du journal de *Schweigger*, vol. XVII, p. 56.

Après des recherches faites avec le plus grand soin, Bucholz pense que Vauquelin est le premier qui ait observé que la magnésie n'est pas précipitée de ses dissolutions dans les acides par le carbonate neutre de potasse, et qui ait fait l'application de cette propriété à l'analyse des minéraux magnésifères (*Ann. de Chim.*, vol. XXI, p. 96—105). Klaproth et plusieurs autres chimistes ont employé le procédé de Vauquelin; mais Bucholz, d'après la remarque que le carbonate de chaux est soluble dans un excès de son acide, comme le carbonate de magnésie, a conçu des doutes sur l'exactitude du procédé, et c'est ce qui a donné lieu aux expériences suivantes :

Un mélange de cinq grammes de chaux pure et d'une quantité égale de magnésie ayant été saturé avec l'acide hydrochlorique et étendu d'environ un demi-kilogramme d'eau, on y versa peu à peu une dissolution de 15 grammes de carbonate neutre de potasse. Les premières portions, de même que les dernières, n'occasionnèrent

aucun précipité remarquable, mais seulement un léger trouble qui n'empêchait pas de voir les objets à travers le vase du côté d'où venait la lumière : cependant, dans l'endroit du liquide où tombait chaque goutte de carbonate de potasse, il se formait un précipité sensible qui disparaissait ensuite par l'agitation. Le vase fut mis dans un lieu dont la température était de 15 à 20 degrés, et chaque fois qu'on en ôta le bouchon, il en sortit de l'acide carbonique. Après quelques heures de repos, il s'y était formé un précipité dont le poids n'était pas égal à la sixième partie de celui qu'on aurait dû obtenir si toute la chaux avait été précipitée à l'état de carbonate, quoiqu'il y eût dans la dissolution deux fois plus d'acide carbonique qu'il n'en fallait pour la précipiter entièrement. Une nouvelle dose de carbonate de potasse détermina une nouvelle précipitation, et les dernières portions n'ayant plus produit d'effet sensible, on réunit tous les précipités de carbonate de chaux, dont le poids ne se trouva pas tout-à-fait égal aux trois quarts de celui qu'on aurait dû obtenir. Il en était par conséquent resté plus d'un quart en dissolution, et l'oxalate de potasse y produisit en effet instantanément un précipité très-abondant.

Pour savoir si la quantité d'eau dans laquelle les hydrochlorates de chaux et de magnésie étaient dissous avait de l'influence sur la précipitation du carbonate de chaux, on étendit la dissolution de dix fois plus d'eau que dans l'expérience précédente, et on y versa la même quantité de carbonate de potasse ; mais, au bout de quarante-huit heures, le précipité était seulement égal au septième de celui qu'on aurait dû obtenir.

Avec une dissolution dans laquelle il y avait deux fois plus de chaux que de magnésie, le précipité fut relativement beaucoup plus considérable que dans les expériences précédentes. Avec huit parties de chaux et une de magnésie, le précipité fut encore plus abondant, et il ne resta en dissolution que $\frac{1}{11}$ de carbonate. Ces expériences prouvent donc que la quantité de magnésie a une grande influence sur celle de carbonate de chaux qui n'est point précipitée.

Cependant l'action de la magnésie n'est pas la seule cause qui empêche la précipitation du carbonate de chaux; car le carbonate neutre de potasse ne précipite pas entièrement la chaux de sa dissolution dans l'acide hydrochlorique.

Il résulte de ces expériences que la méthode employée par plusieurs chimistes pour séparer la chaux de la magnésie, au moyen du carbonate neutre de potasse, est tout-à-fait incertaine et impraticable, puisqu'il reste du carbonate de chaux en dissolution avec le carbonate de magnésie.

Après ces observations de Bucholz se trouvent les suivantes de Doebereiner, p. 73.

Le meilleur moyen de séparer la chaux de la magnésie est d'employer le sous-carbonate d'ammoniaque; le carbonate de chaux se précipite, et la magnésie reste en dissolution, formant une combinaison triple avec l'ammoniaque, de laquelle la magnésie peut être précipitée à la température de l'ébullition.

On peut encore séparer ces deux bases l'une de l'autre en commençant par les précipiter avec le sous-carbonate de potasse ou celui de soude. Après avoir lavé le préci-

pité, on fait bouillir avec une dissolution de sel ammoniac; le carbonate de magnésie se dissout entièrement, et le carbonate de chaux reste sans éprouver aucune altération. Pendant cette opération il se volatilise, avec la vapeur d'eau, du carbonate d'ammoniaque qu'il est aisé de recueillir, et qui, étant saturé par un acide d'une force connue, peut servir à déterminer le rapport de la magnésie à la chaux.

Sur un Acide nouveau trouvé par J. Henderson dans les tiges de la rhubarbe.

Extrait des *Annales de Thomson*, N° XLVI, p. 247.

M. Henderson a obtenu cet acide en exprimant le suc des tiges ou des côtes des feuilles de la rhubarbe, en le saturant avec la craie et en décomposant ensuite par l'acide sulfurique la combinaison du nouvel acide avec la chaux. Les propriétés qui le caractérisent sont :

1°. De cristalliser en aiguilles; d'être soluble dans deux parties d'eau, et d'être un peu déliquescent;

2°. De former avec la chaux et l'oxide de plomb des sels insolubles; avec l'oxide de cuivre, un sel peu soluble;

3°. De former, avec les oxides de fer, de zinc, d'étain, de bismuth et d'arsenic, des sels solubles, la plupart cristallisables, et de dissoudre très-peu d'oxide d'antimoine;

4°. *D'agir sur le mercure à l'état métallique*, et de former avec son oxide un sel en cristaux ayant quelques rapports avec ceux de l'acide oxalique.

Tels sont les principaux caractères que l'on peut déduire des expériences de M. Henderson. Elles laissent beaucoup trop à désirer pour faire admettre l'existence d'un nouvel acide dans les tiges de la rhubarbe ; et il nous semble plutôt que l'acide de M. Henderson a de grandes ressemblances avec l'acide oxalique dont Schéele a depuis long-temps annoncé l'existence dans les racines de la même plante. Le seul caractère qui pourrait autoriser à le regarder comme un acide nouveau est l'action qu'il exerce sur le mercure à l'état métallique; mais nous nous permettrons de révoquer en doute ce caractère jusqu'à ce qu'il ait été mieux constaté, car il serait fort extraordinaire qu'un acide végétal attaquât le mercure, qui résiste à l'action de l'acide sulfurique mêlé avec un peu d'eau, ou à celle de l'acide hydrochlorique ; d'ailleurs le Mémoire de M. Henderson annonce que son auteur a très-peu d'habitude dans l'art des expériences.

Sur la présence de la Potasse dans la Topaze.

Annales de Thomson, N° XLVI, p. 276.

Le rév. Wm. Gregor, en traitant par l'acide sulfurique pur, dans un creuset de platine, la topaze du Brésil, celle d'Ecosse, et la topaze blanche trouvée au mont Saint-Michel, en Cornouailles, a obtenu constamment des cristaux d'alun dont il n'indique point la quantité. Tous les corps pouvant fournir de la potasse avaient été soigneusement évités. Les dissolutions acides de chaque topaze avaient été concentrées dans des capsules

de platine, et de là transportées dans les capsules de verre où l'évaporation avait continué spontanément.

Nous observons que, pour plus de certitude, il aurait fallu éviter la présence du verre; car nous avons très-souvent remarqué que les flacons de verre mouillés par des acides minéraux distillés, et principalement par l'acide sulfurique, offraient des indices non équivoques de sels alcalins.

A MM. Gay-Lussac et Arago, *Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique.

« Messieurs,

« Il y a des inconvéniens à toutes choses, même à avoir raison dans une discussion scientifique. Pour avoir combattu par des faits des objections qui m'avaient été adressées par le Rédacteur du Journal de *l'Institution royale*, et pour lui avoir démontré qu'elles n'étaient pas fondées, je me suis attiré une longue réplique dans laquelle mon Mémoire sur la nutrition et moi-même ne sommes pas ménagés : il me paraît évident que j'ai fâché tout-à-fait M. le R. par ma réponse. Mais se fâcher en discutant ne donne pas l'avantage; au contraire, le jugement troublé forme des raisonnemens faibles, permet d'avancer des assertions vagues ou fausses. C'est ce qui est arrivé, je crois, à M. le R. : il débute en disant que tout mon travail sur les substances non azotées est *extrêmement futile*; que mes expériences sont *mal imaginées*, *insuffisantes*. M. le R. ne ménage pas, comme on voit, mon amour-propre. Il ajoute que les gens du métier (*professional men*)

n'en doivent pas laisser passer les conséquences. Ces gens du *métier* dont parle M. le R. sont sans doute les physiologistes anglais : or, je me plais à croire que MM. E. Home, Brodie, Macartney, Cross, Wilson Philipp, etc., ne portent pas sur mon Mémoire le même jugement que M. le R.; je suis certain du moins que s'ils le désapprouvaient, ce ne serait pas en employant ses expressions : ces Messieurs connaissent trop bien les égards que se doivent les personnes du *même métier*.

« M. le R. demande pourquoi j'ai fait mes expériences sur des carnivores, au lieu de les faire sur des herbivores; mais, à moins de faire deux choses à la fois (et alors on les fait presque toujours mal), il a bien fallu commencer par les uns ou les autres; et si M. le R. veut savoir pourquoi j'ai choisi d'abord les carnivores, je lui dirai, car il faut tout lui dire, que ces animaux étant plus rapprochés de l'homme, j'ai cru que les résultats seraient plus applicables à celui-ci. Dans quelque temps j'espère pouvoir lui dire ce qui arrive aux herbivores; mais il faut un peu de patience; les expériences ne se font pas comme les articles critiques dans les journaux.

« Que pouvons-nous conclure, ajoute M. le R., de ce que de *pauvres animaux* (on sent tout le piquant de l'adjectif) sont morts au bout d'un mois, n'ayant eu que du sucre, du beurre, ou de la gomme pour toute nourriture, sinon qu'ils *sont morts de faim d'une manière nouvelle*. Sans s'en douter, M. le R. dit la même chose que moi : c'est justement cela que j'ai voulu prouver.

« J'avais tout simplement conclu de ces expériences que le sucre, la gomme, etc., n'étaient pas des substances nourrissantes quand elles sont données seules. M. le R.

n'est pas de cet avis, et il assure que si les animaux sont tous morts au bout d'un mois, c'est parce qu'ils ont *brusquement* changé de régime. Ici M. le R. n'est plus un simple critique, car il est bien certainement le premier qui ait affirmé aussi positivement qu'un changement brusque dans les alimens d'un chien pouvait causer sa mort.

« M. le Rédacteur aurait bien dû citer quelques faits à l'appui de son assertion; il aurait ainsi l'honneur d'une découverte importante. Malheureusement, tout ce qu'on sait à cet égard est opposé à cette doctrine : on a vu quelquefois l'homme et les animaux souffrans dans les premiers temps d'un changement brusque de régime, mais qu'aucun soit mort uniquement par cette cause, je ne crois pas que cela se soit jamais vu.

« M. le R. se plaint ensuite des gens qui sont *travaillés* par la *manie des expériences*, qui conduit, dit-il, à *des théories qui sont des jeux de l'imagination*, etc. Pour le coup, M. le R. se contredit, car les personnes qui ont la *manie des expériences*, et je me fais gloire d'être de ce nombre, ne sont pas celles qui se complaisent à faire des théories incertaines.

« Il me serait facile de détruire toutes les autres assertions hasardées du Rédacteur; mais je n'irai pas plus loin; j'en ai dit assez pour mettre en évidence sa logique et ses idées; je puis donc, sans trop de vanité, n'être pas mécontent de la désapprobation qu'il donne à mon Mémoire.

« J'ai l'honneur d'être, etc.

« MAGENDIE. »

Extraits de Journaux.

Journal de Physique, 1816.

Recherches sur la respiration des plantes exposées à la lumière du soleil.

PAR M. RUHLAND.

M. DE SAUSSURE, dans son excellent ouvrage sur la végétation, a trouvé que la plupart des plantes exposées dans l'obscurité au gaz oxigène pur, en absorbent une partie, et forment en même temps un volume d'acide carbonique moindre que celui du gaz oxigène absorbé; tandis que quelques autres plantes, surtout de la classe des plantes grasses, diminuent leur atmosphère de gaz oxigène, sans exhaler une quantité notable d'acide carbonique, du moins pendant les premiers jours de l'expérience.

Les plantes ainsi saturées de gaz oxigène, exposées à la lumière du soleil, rendent à peu près tout le gaz qu'elles avaient absorbé; et une observation constante prouve qu'il existe un rapport intime entre ces deux effets.

On pourrait penser, d'après ce résultat, que tout le gaz oxigène que les parties vertes des plantes exhalent lorsqu'elles sont exposées à la lumière du soleil, ne provient nullement de la décomposition de l'acide carbonique, et qu'il ne fait que se dégager des plantes qui l'ont absorbé dans l'obscurité; mais l'expérience prouve que l'acide carbonique mêlé avec l'air dans la proportion d'environ $\frac{1}{12}$, et mis en contact avec les plantes, augmente la pureté de cet air, et paraît lui-même éprouver une décomposition.

Cependant on peut très-bien supposer que l'acide carbonique qui disparaît n'est point décomposé par les plantes, qu'il est seulement absorbé, et que le gaz oxigène qui s'en dégage par l'action de la lumière avait été inspiré par elles dans l'obscurité. Il est en effet difficile de concevoir que les corps organiques soient en état de décomposer des corps du règne minéral, et surtout l'acide carbonique, qui est une combinaison très-stable, à moins qu'ils n'agissent sur eux pendant un long espace de temps. Mais les feuilles donnent de l'air presque aussitôt qu'elles sont exposées à l'influence du soleil, et par conséquent la décomposition de l'acide carbonique devrait s'effectuer avec une rapidité que nous aurions bien de la peine à égaler dans nos fourneaux, moyennant une chaleur violente.

Si donc une plante donne plus de gaz oxigène dans une atmosphère qui contient un peu d'acide carbonique, que lorsqu'elle est plongée dans une autre qui n'en contient point, cela ne prouve autre chose, sinon que la présence de l'acide carbonique est favorable et avantageuse à la végétation. Et si l'on voulait former une objection de ce que le carbone est augmenté dans les plantes qui ont végété dans une atmosphère qui contient de l'acide carbonique, on répondrait avec la même raison que si ce gaz est généralement favorable à la végétation, il favorise peut-être aussi ce changement intérieur dans les élémens de la plante au moyen duquel elle est mise en état de donner, à l'analyse, plus de carbone.

Indépendamment de ces considérations, on peut prouver que les acides ont en général la propriété de faire donner aux plantes exposées au soleil une plus grande

quantité d'oxigène, et dès-lors on ne pourrait plus attribuer à la décomposition de l'acide carbonique le gaz oxigène que fournissent les plantes dans une atmosphère ou dans l'eau contenant une petite quantité de cet acide. Sennebier, il est vrai, n'a point obtenu d'oxigène en exposant les plantes au soleil, dans l'eau imprégnée de divers acides; mais cela tient à ce qu'il a employé les acides trop peu délayés, et qu'il a fait souffrir les plantes.

Les feuilles que j'ai soumises à l'expérience étaient renfermées dans des vases remplis d'eau et renversés sur le mercure; leur volume a été toujours égal à la moitié de celui de l'eau, et leur poids constant. La proportion de l'acide à celle de l'ean, à moins qu'on n'avertisse du contraire, a été de 1 à 6000, et la durée de l'exposition des feuilles au soleil de cinq heures. Pour les expériences suivantes, j'ai constamment employé les feuilles du sureau (*sambucus nigra*); mais je les ai variées avec le même succès sur plusieurs familles de plantes.

NATURE DU LIQUIDE.	QUANTITÉ D'AIR dégagée en pouces.	PURETÉ DE L'AIR dégagé.
Eau de fontaine	4,7.	0,47.
Eaû bouillie pendant deux heures	1,5.	0,34.
Eau et acide sulfurique	7,0.	0,31.
Eau et acide muriatique	20,6.	0,73.
Eau et $\frac{1}{9000}$ acide muriatique	17,0.	0,70.
Eau bouillie avec acide nitrique	9,0.	0,66.
Eau et acide muriatique à l'obscurité	0,0.	
Eau et acide nitrique	17,3.	0,65.
Eau et acide acétique	24,5.	0,79.
Eau saturée d'acide carbonique à 12°	7,2.	0,45.
Eau saturée d'acide carbonique mêlée avec la moitié d'eau distillée	22,0.	0,76.
— mêlée avec $\frac{3}{4}$ d'eau distillée (1)	24,0.	0,78.
Eau et ammoniaque	0,0.	
Eau de chaux	0,0.	
Eau et carbonate de potasse	0,0.	
Eau et sel ammoniac	6,5.	0,51.
Eau et acétate de potasse	3,5.	0,30.
Eau et nitre	11,0.	0,55.
Eau et chlorure de sodium	4,7.	0,36.
Eau et tartre	16,0.	0,56.
Eau et potasse	0,0.	
Eau et alcool	1,2.	0,21.
Eau et chlore	4,7.	0,46.
Eau et $\frac{1}{3000}$ de chlore (2)	3,5.	0,39.

(1) En diminuant encore la proportion de l'acide carbonique, la quantité de l'air et celle du gaz oxigène qu'il renfermait allaient ensuite en diminuant.

(2) Pour former ce tableau, nous nous sommes permis de prendre la moyenne des résultats de diverses expériences qui nous ont paru faites dans des circonstances peu différentes. M. Ruhland a employé 3 gros de sel ammoniac, de nitre, etc.; mais il ne dit pas quelle était la proportion de l'eau. R.

On voit par ces résultats que l'action de l'acide carbonique sur la végétation rentre dans une classe de phénomènes dont elle ne se distingue en aucune manière, et qu'on ne peut attribuer désormais à la décomposition de l'acide carbonique la production du gaz oxigène par les plantes exposées au soleil; et cela avec d'autant plus de raison qu'il n'existe pas, que je sache, une seule expérience propre à démontrer cette décomposition.

J'admets donc que les acides et quelques sels, surtout, à ce qu'il me semble, ceux de la classe des rafraîchissans, sont favorables à la respiration des plantes; ils augmentent par conséquent, à l'obscurité, l'inspiration du gaz oxigène, et au soleil, ils en favorisent la respiration, la plante absorbant l'acide ou le sel ambiant, et rendant en échange le gaz oxigène qu'elle avait absorbé pendant la nuit.

En tout cas il paraît que rien n'est plus équivoque que la théorie d'après laquelle on admet que la quantité énorme de gaz oxigène qui se consume journellement est compensée par l'acte de la végétation.

On voit que les conséquences de M. Ruhland sont opposées à celles que M. de Saussure a tirées de ses belles recherches sur la végétation. On va se permettre quelques réflexions.

L'ordre dans lequel sont exposées les observations de M. de Saussure est interverti. Ce chimiste a commencé par examiner les phénomènes de la végétation d'une plante dans une atmosphère limitée, en analysant les changemens qui s'opèrent dans sa propre composition, et ceux que subit cette atmosphère elle-même, dont il fait varier

les élémens. Je ne rappellerai qu'une partie de ses résultats.

Une plante peut végéter dans une atmosphère composée d'azote et d'oxigène ; l'eau, dans ce cas, entretient la végétation ; le poids de la plante s'accroît ; mais il ne s'y fait aucune augmentation de carbone.

Une plante végète mal dans une atmosphère trop chargée d'acide carbonique ; mais sa végétation est vigoureuse lorsque l'atmosphère ne contient qu'un douzième d'acide carbonique ; alors cet acide disparaît peu à peu, et il se dégage, par l'action successive de la lumière, un volume d'oxigène un peu moindre que celui de l'acide qui a disparu. En suivant cette observation pendant plusieurs jours, on trouve que l'atmosphère a perdu son acide carbonique ; que celui-ci a été remplacé en partie par le gaz oxigène ; que le poids de la plante s'est accru, et qu'elle laisse, dans une carbonisation faite avec le plus grand soin, une quantité de charbon qui a été, dans quelques expériences, double de la quantité primitive. M. de Saussure conclut de ces expériences, variées et suivies avec une grande exactitude, que l'acide carbonique qui se trouve dans l'atmosphère des plantes est décomposé par la végétation ; que son carbone et une partie de son oxigène contribuent à son accroissement ; que les plantes qui peuvent croître dans un espace isolé ou dans un terrain qui ne peut leur fournir aucun aliment, doivent leur accroissement et l'accumulation du carbone qu'elles acquièrent à la décomposition de la petite quantité d'acide carbonique qui fait partie de notre atmosphère ; et enfin, que la formation

du terreau dans les montagnes élevées, n'est dû qu'aux feuilles qui ont fixé le carbone de l'acide carbonique.

Un second phénomène de la végétation, dont M. de Saussure s'est occupé, c'est l'inspiration du gaz oxigène dans l'obscurité, et son expiration à la lumière solaire. C'est surtout à l'air qui a été inspiré dans l'obscurité que paraît devoir être attribué le dégagement qui a lieu lorsqu'on expose des feuilles végétales dans l'eau à l'action de la lumière, et qui a été le sujet des observations de Priestley, de Spallanzani, d'Ingenhouz, de Sennebier. Ce dégagement, excité par différens mélanges, est l'objet des expériences de M. Ruhland; mais elles ne me paraissent pas affecter les résultats de M. de Saussure. Les observations de M. Ruhland n'ont pas été suivies pendant dix et dix-huit jours, pour constater, par l'analyse, les changemens qui se sont opérés dans l'obscurité et à la lumière solaire, soit dans le végétal, soit dans son atmosphère. Dans la seule circonstance où il est fait mention du temps, l'exposition au soleil a été de cinq heures.

Il faudrait, ce me semble, séparer dans ce genre d'expérience le dégagement qui peut être produit par l'action de la lumière sur l'eau seule ou contenant quelque autre substance, de celui qui peut être dû au végétal lui-même ; car Rumford a éprouvé que la soie écrue, que le coton et que diverses autres substances, étant exposés dans l'eau à la lumière, occasionnaient le dégagement d'une certaine quantité de gaz oxigène, et l'on voit dans les expériences de M. Ruhland, que, lorsqu'il s'est servi d'eau bouillie, il a obtenu beaucoup moins de gaz.

Il ne suffit pas d'opposer des conjectures vagues sur

une production et une composition hypothétique du charbon dans lès végétaux, aux faits qui prouvent qu'il passe de l'acide carbonique qui le contient dans les plantes, où il s'accumule, lorsqu'on a écarté toute autre substance qui puisse leur fournir cet élément. B.

Recherches sur l'action galvanique.

PAR J.-P. DESSAIGNES.

M. DESSAIGNES s'est proposé, dans ses recherches, de confirmer les résultats qu'il avait obtenus en 1811 (*Journ. de Phys.*, vol. LXXIII, p. 417) relativement à l'influence de la chaleur sur la propriété électromotrice. Ne pouvant rapporter toutes ses expériences, dont plusieurs ne diffèrent souvent que par de légères modifications, nous en ferons l'analyse en suivant l'ordre qui nous paraîtra le plus convenable pour donner une idée exacte des résultats qu'on peut en déduire.

Nous commencerons par rappeler que M. Schweigger avait déjà annoncé qu'on pouvait construire une pile avec un seul conducteur solide et un seul liquide. Son appareil est formé de quatorze petites coupes de cuivre, toutes remplies d'acide sulfurique affaibli, liées entre elles alternativement par des bandes de papier humectées d'eau salée, et par des fils de cuivre. Ainsi disposé, l'appareil ne produit aucun effet; mais si on chauffe toutes les coupes d'un ordre impair, en laissant froides toutes celles d'un ordre pair, alors l'eau se décompose, et les fils de cuivre sont oxidés. Tout effet cesse aussitôt qu'on re-

tire les lampes. (*Journ. de Phys.* de 1811, vol. LXXIII, p. 105.)

Nous venons maintenant aux recherches de M. Dessaignes, dont l'ensemble nous paraît conduire à ces quatre résultats principaux :

Une température égale, trop élevée ou trop basse, fait perdre aux métaux leur propriété électromotrice ;

1°. En échauffant inégalement un corps homogène, on développe en lui le pouvoir d'exciter une grenouille préparée, comme le feraient deux corps hétérogènes ;

3°. On peut anéantir la propriété électromotrice d'un couple métallique, zinc et argent, par exemple, en chauffant seulement le zinc jusqu'à un certain point, ou en refroidissant l'argent ;

4°. Lorsque la pile de Volta est exposée à un froid de — 18°, ou à une chaleur de 100°, tous ses effets cessent entièrement, pourvu que la température soit uniforme dans toute son étendue.

Premier Fait. On prend un couple métallique, cuivre et zinc, muni d'un fil de fer à chacune de ses faces, et on le plonge dans l'eau, de manière que l'extrémité des fils ne soit pas immergée. Une grenouille préparée éprouvera des contractions à chaque fois qu'on mettra ses nerfs et ses muscles en contact avec les fils, à la manière accoutumée. En chauffant l'eau graduellement, les contractions seront plus fortes et plus promptes ; mais aussitôt que l'eau entrera en ébullition, elles s'affaibliront rapidement, et elles cesseront entièrement d'avoir lieu lorsque l'appareil aura acquis partout la température de l'eau bouillante : elles reparaîtront à l'instant si l'on abaisse de quelques degrés la température de l'eau.

Après avoir fait un mélange de glace et de sel, qui donnera un froid de —21°, on y enfoncera deux cuillers, l'une d'argent, l'autre d'étain, se touchant par leur creux; et on ne laissera à découvert que l'extrémité de leur manche. Une grenouille préparée éprouvera avec cet appareil de vives convulsions; mais, à mesure que le refroidissement fera des progrès, elles s'affaibliront de plus en plus, et disparaîtront bientôt après complètement.

Deuxième Fait. Si l'on refroidit inégalement une cuiller d'argent en la faisant reposer par un de ses bouts sur un mélange de glace et de sel, on observera des contractions dans une grenouille préparée, chaque fois que l'on fera toucher à ses nerfs le bout le plus chaud de la cuiller, et à ses pieds le bout le plus froid; mais, ce qui est remarquable, on n'obtiendrait aucun effet en faisant les contacts en sens inverse. On peut varier cette expérience d'une manière très-curieuse, en tenant d'une main une grenouille par les pieds, et en faisant toucher ses nerfs à un doigt de l'autre main, refroidi par une immersion de quelques secondes dans un mélange frigorifique. Enfin, si l'on plonge les nerfs d'une grenouille dans un vase plein d'eau salée froide, et ses pieds dans un autre plein d'eau salée chaude, qu'on touche ensuite l'eau des deux vases avec un doigt de chaque main, on excitera, à chaque contact, une vive contraction.

Troisième Fait. Ayant fait plonger les nerfs d'une grenouille dans un verre rempli d'eau, et les pieds dans un autre, on remarquera, comme à l'ordinaire, de vives convulsions chaque fois qu'on établira une communication entre les deux verres, au moyen d'une pièce d'ar-

gent et d'une pièce de zinc. Maintenant, si on chauffe le zinc jusqu'à un certain point, ou si on refroidit l'argent et qu'on réitère les contacts, les convulsions n'auront plus lieu.

Quatrième Fait. Une pile de 36 couples montée avec de l'eau pure et enfermée dans un étui de fer-blanc, à travers le couvercle duquel s'élève un fil de fer isolé par un tube de verre, et en contact avec le pôle supérieur de la pile, perd entièrement sa faculté électrique après trois quarts d'heure d'immersion dans de l'eau bouillante. Retirée et plongée de suite dans de l'eau froide, elle se ranime promptement, et son intensité s'accroît à un tel point, pendant que le refroidissement est le plus rapide, qu'elle paraît quatre fois plus forte qu'en plein air. Si la pile n'est qu'à demi immergée dans l'eau bouillante, loin de perdre sa faculté électrique, elle est une fois plus forte qu'une pile de 72 couples montée avec du sel ammoniac, et placée dans l'air à une température de 15°. Avec un mélange frigorifique de —18°, la pile se comporte exactement comme avec l'eau bouillante. Entièrement plongée dans ce mélange, elle s'y éteint complètement lorsqu'elle en a pris la température; et si l'immersion n'est que partielle, elle conserve une très-grande énergie (1).

(Le défaut d'espace nous force à revoyer au Cahier de janvier 1817 la suite des *Extraits de Journaux*.)

---

(1) Plusieurs de ces résultats ne sont pas nouveaux; nous y reviendrons dans un des prochains Cahiers.

Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences.

Séance du lundi 2 décembre 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Le Règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux, et d'introduction à l'Anatomie comparée; par M. Cuvier; 4 vol. in-8°. (Le troisième volume est entièrement de M. Latreille.)

Traité pratique de l'éclairage par le gaz inflammable, traduit de l'anglais par M. Windsor; un volume in-8°.

Notice historique sur l'utilisation du gaz, par le même (1).

M. Le Rebours demande des commissaires pour examiner ses lunettes de spectacle : on nomme MM. Bouvard, Biot et Arago.

Au nom d'une commission, M. Arago fait un rapport sur un écrit de M. Hachette, intitulé : *Théorie des lignes et des surfaces courbes*.

Ce Mémoire sur la théorie des lignes et des surfaces peut être considéré comme le complément du *Traité de Géométrie descriptive* de M. Monge. Ce bel ouvrage, dont M. Hachette a donné lui-même, il y a quelques années, une nouvelle édition enrichie de notes, renferme les principes généraux de la méthode des projections, et les applications qu'on en peut faire à la détermination des plans tangens et à la recherche des intersections des surfaces. Les questions qui se rapportent aux courbes à double courbure n'y sont qu'effleurées. M. Monge les

(1) Comme nous nous proposons de donner incessamment un article détaillé sur l'éclairage par le gaz inflammable, nous aurons occasion de revenir sur la brochure de M. Windsor, et sur la traduction de l'ouvrage de M. Accum.

avait traitées par l'analyse, avec beaucoup de détail, dans un ouvrage non moins original, qui servait aussi à l'enseignement de l'Ecole polytechnique. M. Hachette se propose aujourd'hui de rendre ces mêmes théories accessibles à ceux qui seraient totalement étrangers aux calculs différentiel et intégral. Ainsi, on trouvera dans son Mémoire des démonstrations synthétiques des principales propriétés des *surfaces gauches*, qu'il désigne par le nom plus expressif de *surfaces réglées*; des développées envisagées de la manière la plus générale; des plans normaux; des surfaces que ces plans déterminent par leurs intersections mutuelles, et que l'auteur appelle des *surfaces polaires*, etc. Les propriétés curieuses des surfaces réglées fournissent à M. Hachette les moyens de résoudre, par le seul secours de la règle et du compas, cette question générale : « Mener une tangente à une « courbe plane ou à double courbure qui n'est donnée « que par son contour, et dont la nature est tout-à-fait « inconnue. »

MM. Prony et Girard font un rapport sur un ouvrage manuscrit intitulé : *Traité du mouvement des fardeaux*, ou *Description et examen des méthodes les plus convenables pour transporter et élever des fardeaux de toute nature*, par M. Borguis, ancien ingénieur des bâtimens civils de la marine, à Venise.

M. Borguis a rassemblé dans un cadre resserré la description des machines dont on s'est servi tant chez les anciens que parmi les modernes, pour exécuter les travaux qui sont du ressort des ingénieurs des ponts et chaussées, des architectes et des constructeurs de vaisseaux.

M. Poinsot lit un rapport *sur une nouvelle démonstration du parallélogramme des forces*, par M. Gaufridi.

Les commissaires ont jugé que la prétendue démonstration de M. Gaufridi est entièrement inexacte, et que le Mémoire ne méritait pas de fixer l'attention de l'Académie.

On va au scrutin pour les places de correspondans vacantes dans les sections de chimie et de minéralogie.

Au premier tour, M. Wollaston réunit 48 voix sur 51.

Au second tour, M. Dalton réunit 41 voix sur 48.

Au troisième tour, M. Berzelius obtient 46 voix sur 49.

Le scrutin pour la place de minéralogie donne la majorité absolue des suffrages à M. Fleuriau-de-Bellevue.

On nomme au scrutin les commissions qui prendront connaissance des pièces envoyées au concours.

Celle qui doit examiner les appareils et les Mémoires déposés au secrétariat pour le prix de la *dorure* se compose de MM. Berthollet, Vauquelin, Gay-Lussac, Hallé et Thenard.

La commission chargée du prix de physique sur la marche du thermomètre, se compose de MM. Laplace, Gay-Lussac, Charles Biot et Arago. Les Mémoires relatifs aux changemens qui surviennent dans les fruits pendant leur maturation, sont renvoyés à l'examen de MM. Bertholet, Chaptal, Thenard, Vauquelin et Gay-Lussac.

Séance du lundi 9 décembre 1816.

M. Flauti adresse à l'Académie un ouvrage italien intitulé : *Géométrie de position*. M. Ampère en rendra un compte verbal.

M. Frère de Montizon remet un paquet *cacheté* contenant des objets relatifs à la physique et à la chimie. Ce dépôt sera conservé au secrétariat.

M. Bérard adresse un Mémoire relatif à une *nouvelle méthode pour quarrer des courbes entre des limites données*. MM. Poinsot et Ampère commissaires.

M. Georges présente un *globe céleste concave*, qui est renvoyé à l'examen de MM. Bouvard et Arago.

M. Henry adresse le précis d'un *Traité analytique de Trigonométrie sphérique*. MM. Delambre et Arago commissaires.

M. Huzard présente une note sur des *fragmens d'os fossiles*, présumés être d'un éléphant, et trouvés dans une vigne du village de Tassin, près de Lyon, par M. Gohier. MM. Cuvier et Brongniart l'examineront.

MM. Vauquelin et Brongniart font un rapport sur le Mémoire de M. le comte Dunin-Borkowsky, relatif à la *sodalite du Vésuve*.

M. le comte Borkowsky, l'un des élèves distingués de l'école de Werner, en visitant *Fosso-grande*, cette partie de la pente du Vésuve si remarquable par la réunion d'un grand nombre d'espèces minérales qu'on ne s'attendait pas à rencontrer dans un terrain volcanique, y découvrit des cristaux qui font l'objet de son Mémoire; il a reconnu dans ces cristaux les caractères du minéral de Groenland, que Ekeberg a le premier analysé, et que Thomson a fait connaître ensuite sous le nom de *sodalite* à cause de la grande quantité de soude qu'elle contient. La sodalite du Vésuve est d'un gris blanchâtre, en grains arrondis, ou cristallisée sous la forme d'un prisme à six faces, terminé par un pointement à trois faces, alternant avec trois arêtes du prisme. L'incidence de ces faces les unes sur les autres et sur les pans du prisme est de 120°. L'un de ces prismes a près de 3 centimètres de longueur; la cassure en travers est conchoïde, mais il est difficile de déterminer le sens du clivage. Cette pierre est demi-diaphane; elle se laisse rayer par l'acier. Sa pesanteur spécifique est de 2,89; des fragmens placés dans l'acide nitrique, et retirés ensuite, se couvrent d'une écorce blanchâtre; sa poudre forme gelée dans les acides, tout comme celle du Groenland, suivant la remarque de M. Haüy. Traitée au chalumeau, elle se fond sans addition, mais difficilement. L'analyse de M. de Borkowsky a donné : silice, 56; — alumine, 24; — soude et très-peu de potasse, 27; — fer, 0,1; — trace de chaux et perte, 3,8.

L'analyse que M. Thomson a publiée de la sodalite du Groenland offre les résultats suivans : silice, 39; — alumine, 27; — soude, 24 — acide muriatique, 3; — fer, 1; — chaux, 3 — perte et impuretés, 3.

La sodalite du Vésuve y est associée au pyroxène, à l'amphibole, à l'idocrase, etc., et à un minéral en cristaux tabulaires que M. Werner appelle *Eisspath*. L'échantillon que possède T. Borkowsky est entouré d'une matière vitreuse très-poreuse, verte, qui a tous les caractères de la ponce. La sodalite du Groenland, au contraire, se trouve dans des terrains primitifs, accompagnée de roches feldspathiques, et ne laisse, suivant

l'auteur, aucun doute sur son origine neptunienne. « En sorte, ajoute-t-il, qu'on trouve aux deux extrémités de l'Europe deux substances formées par deux voies opposées, et qui cependant, et par leur composition et par leurs caractères minéralogiques, sont identiques, et forment la même espèce. »

MM. de Prony, de Rossel et Girard font un rapport sur une *pompe centrifuge*, qui a été présentée à l'Académie par M. Jean-Victor Jorge, capitaine-lieutenant dans la marine portugaise.

Si l'on conçoit un tuyau ouvert à ses deux extrémités, et coudé sous un angle quelconque, ayant une de ses branches plongée à une certaine profondeur au-dessous de la surface de l'eau d'un réservoir, tandis que l'autre branche s'élève au-dessus de cette surface d'une certaine quantité, il est clair que l'eau remplira la première de ces branches, et qu'elle s'élèvera dans la seconde jusqu'au niveau du réservoir. Pour mieux fixer les idées, imaginons que ces deux branches sont rectangulaires entre elles, et que la branche immergée de cette espèce d'équerre soit horizontale.

Supposons maintenant que l'appareil soit lié à un axe vertical, situé dans le plan de la branche immergée *et du côté de son orifice*, et qu'on lui imprime un mouvement de rotation autour de cet axe. Toutes les molécules du fluide contenu dans la branche horizontale du tuyau seront, en vertu de ce mouvement de rotation, animées de forces centrifuges avec la somme desquelles elles presseront la base de la colonne d'eau contenue dans la branche verticale, car, dans tout autre sens, l'effet de la pression serait détruit par la résistance des parois ; l'eau s'élèvera donc dans le tube vertical au-dessus de la surface du réservoir, jusqu'au moment où le poids de la colonne liquide proéminente fera précisément équilibre à la somme des forces centrifuges avec lesquelles sa base est pressée. On conçoit dès-lors comment, en augmentant ou en diminuant la vitesse du mouvement de rotation du système, on augmente ou l'on diminue la hauteur à laquelle l'eau doit s'élever au-dessus de la surface du réservoir ; on voit aussi que si la hauteur du tube vertical est moindre que

celle à laquelle la force centrifuge de la colonne immergée est capable de soutenir la colonne ascendante, il y aura écoulement continu du fluide par l'orifice supérieur du tube, et ainsi on pourra, d'après ce principe, élever l'eau du réservoir au-dessus de son niveau, et la recevoir dans une gouttière *circulaire*, d'où elle sera dérivée suivant le besoin.

Supposons que la branche horizontale, au lieu d'être plongée dans le fluide, et de s'y mouvoir circulairement, soit placée au-dessus de la surface du réservoir, en restant toujours en communication avec la branche verticale, dont l'axe deviendra alors l'axe même de rotation; imaginons pour un moment qu'on fasse le vide dans l'appareil; la pression de l'atmosphère sur la surface du réservoir obligera l'eau de monter dans la branche verticale, et remplira aussi le tube horizontal, pourvu que sa hauteur au-dessus du réservoir ne surpasse pas 32 pieds. Dans cet état de choses, la machine étant supposée en mouvement autour de l'axe vertical du tuyau ascendant, dont l'extrémité ouverte plonge dans le fluide, on conçoit que si l'orifice de la branche horizontale vient à s'ouvrir, la force centrifuge fera sortir une certaine quantité de liquide qui sera continuellement remplacée par une quantité égale que la pression de l'atmosphère poussera dans l'appareil. Il ne s'agirait plus maintenant que de trouver un moyen pour faire le vide; mais il est évident que l'on obtiendra le même effet si l'on parvient à placer l'appareil dans les circonstances où il se trouverait lorsque le vide y ayant déjà été formé, la pression de l'athmosphère y aurait fait monter le volume d'eau nécessaire pour le remplir. M. Erskine, à qui les Anglais attribuent l'invention de cette pompe, place à l'extrémité inférieure du tuyau vertical une soupape qui ne peut s'ouvrir que de bas en haut, comme celle des pompes aspirantes ordinaires; il ajuste de plus à sa partie supérieure deux espèces de bras horizontaux fermés par deux soupapes qui ouvrent en dehors, et que l'on tient momentanément appliquées sur leurs orifices au moyen de ressorts, pendant qu'on remplit tout l'appareil à l'aide de petites ouvertures percées dans ce bras, et qui peuvent

ensuite se fermer hermétiquement par des bouchons à vis. On imprime alors à tout l'appareil, par un moyen quelconque, un mouvement de rotation, et l'eau s'échappe des branches horizontales, pendant que la pression de l'atmosphère, obligeant la soupape inférieure de rester ouverte, remplace d'un mouvement continu dans le tuyau ascendant le produit de l'écoulement.

Le plus grand inconvénient que présente cette pompe centrifuge résulte de la nécessité de vaincre l'inertie du tuyau cylindrique aspirateur, tournant sur son axe avec une vitesse considérable, aussi-bien que les frottemens sur les pivots. M. Jorge est parvenu à faire disparaître en partie ces inconvéniens par l'artifice qu'il a imaginé, et qui consiste à rendre *fixe* l'aspirateur de la pompe, et à ne mettre en mouvement au-dessus de ce tuyau que les branches transversales de l'appareil; par là, l'inertie que la force motrice doit vaincre se trouve réduite à celle de la seule portion de la machine qu'il est indispensable de faire tourner; le tuyau aspirateur peut être incliné au besoin, avoir une figure quelconque, et être placé dans des localités qui ne permettraient pas l'établissement de tuyaux verticaux.

On lit une note de M. Gosse fils sur un moyen de préserver les doreurs de l'action du mercure, par des éponges mouillées que l'on applique sur la bouche. Cette note et la figure qui l'accompagne seront remises à la commission qui examinera les pièces envoyées au concours.

M. Pelletan fils lit un Mémoire sur l'*Eclairage par le gaz tiré du charbon de terre*. MM. Gay-Lussac et Thenard commissaires.

Séance du lundi 16 *décembre* 1816.

L'Académie reçoit les ouvrages suivans :

Mémoire de la société italienne, tome XVII, partie *physique;*

Le deuxième volume des *Mémoires sur les animaux invertébrés*, par M. de Savigny. (M. Cuvier est nommé pour un rapport verbal.)

Élémens d'électricité et de galvanisme, de George Singer, ouvrage traduit de l'anglais par M. Thillaye, et accompagné de notes. Nous en présenterons l'analyse dans un des Cahiers prochains.)

On lit une note de M. Burckardt sur plusieurs observations de la planète *Uranus*, qui remontent aux années 1712 et 1715. (*Voyez* le Cahier de novembre.)

MM. Sané, Prony et Girard font un rapport sur un ouvrage inédit de M. le colonel Grobert, dont l'objet principal est le perfectionnement de la mécanique théâtrale.

Les commissaires ont pensé que le travail de M. Grobert rentre, à beaucoup d'égards, dans le domaine de l'Académie des Beaux-Arts. Cette Académie sera invitée à nommer des commissaires qui, réunis à MM. Prony, Sané et Girard, pourront faire un rapport plus complet.

M. Daubuisson, directeur de l'Observatoire de Toulouse, envoie l'observation détaillée de l'éclipse de soleil du 19 novembre dernier.

Latitude de l'Observatoire 43°.35′.40″ nord; longitude en temps 3′.35″ occidentale. Le commencement de l'éclipse est devenu sensible à 12^h. 2′.8″ de la pendule. L'éclipse a paru entièrement terminée à 14^h. 16′.8″.

Pendant la durée de l'éclipse, on a mesuré à plusieurs reprises, et à l'aide d'un héliomètre, la distance des cornes, la largeur du segment éclairé et le diamètre du soleil. Voici quelques-uns des résultats pour la distance des cornes :

Heures de la pendule.		*Parties du micromètre.*
12^h.	4′.13″	10,74.
	7 .14	13,38.
	9 .45	16,37.
13^h.	4 .49	34,16.
	6 . 6	34,24.
	8 .35	34,22.
	9 .55	34,10.
14^h.	8 .13	16,56.
	9 .30	15,44.
	11 .27	13,42.

A 13h.14′.0″ de la pendule, la largeur du segment éclairé était de .... 13,22 parties.
A 13h. 16′ 34″............ 13,57

On transformera, si l'on veut, toutes ces mesures en secondes, en remarquant que, la veille, comme le jour de l'éclipse, le diamètre du soleil sur l'échelle de l'héliomètre correspondait à 36 prties,25.

La pendule, réglée sur le temps sydéral, avançait, au moment de l'éclipse, de 7″,5; son retard diurne est de 1″,2. Le temps était beau, parfaitement calme; le disque du soleil bien terminé; baromètre = 0m,7535; thermomètre extérieur = + 1°,5 (1).

---

(1) Voici quelques autres observations que nous avons recueillies :

A Viviers, suivant M. Flaugergues,

Commencement. *Fin.*

8h.23′.24″. — 10h.42′.39″,5, temps moyen;

A Bilbao (Espagne), M. Ferrer,

Fin.

— 9h.58′.23″,0″, temps moyen;

A Madrid, MM. Bauza et Canellas, au Dépôt hydrographique,

Commencement. *Fin.*

7h.49′.3,6. — 9h. 51′.52″,9, temps moyen;

A l'île de Léon (Cadix), M. de La Cuesta,

Commencement. *Fin.*

7h.42′.47,0 — 9h.32′.23″,8, temps moyen;

A Blackheath (près de Greenwich), M. Groombridge,

Commencement. *Fin.*

8h.4′.29,0 — 10h.19′.18″,0, temps moyen;

A Mirepoix, M. Vidal,

Commencement. *Fin.*

8h.11′.27″. — 10h.26′.1″.

A Madrid, la distance des cornes était de 7′. 9″,6 à 7h. 50′.44″,2; de 10′.22″,0 à 7h. 53′.1″,4; de 10′.20″,9 à

M. Desvaux lit un Mémoire *sur les genres des lycopodes*, dont MM. Delamarck, de Jussieu et Desfontaines rendront compte.

MM. Poinsot et Maurice prendront connaissance d'un Mémoire de M. Lamé, *sur la manière d'exprimer en équation l'intersection des lieux géométriques*.

M. de Jonnès lit un Mémoire *sur les montagnes des Antilles*.

MM. le duc de Raguse, de Prony et Cauchy sont nommés pour examiner un Mémoire de M. Lambel *sur la poussée des terres*.

Séance du lundi 23 *décembre* 1816.

L'Académie reçoit un ouvrage de M. de Humboldt, intitulé : *De Distributione geographicâ plantarum, Prolegomena*.

MM. Delambre et Arago font un rapport sur un *Traité analytique de trigonométrie sphérique*, de M. Henry. L'ouvrage de M. Henry est un riche répertoire où l'on trouvera, au besoin, toutes les formules qui servent à la solution des problèmes d'astronomie et de géodosie, et prouve une grande connaissance et un grand usage de l'analyse et de la trigonométrie.

M. Vauquelin fait un rapport verbal sur l'ouvrage de M. Caventou, intitulé : *Nouvelle nomenclature chimique*. (Nous nous en occuperons dans une autre occasion.)

MM. Berthollet et Vauquelin font un rapport sur le

$9^{h}47'.18'',4$, et de $7'.36'',3$ à $9^{h}.40'.24'',4$. A l'île de Léon, cette distance était de $10'.13'',2$ à $7^{h}.46'59'',6$; de $11'.21'',5$ à $9^{h}.26'.14'',8$, et de $9'.20'',4$ à $9^{h}.28'.15'',7$. Toutes ces mesures, prises avec des héliomètres, supposent que, le jour de l'éclipse, le diamètre du soleil était de $32'.27''.0$.

A Paris, sous des circonstances un peu défavorables, M. Burckardt (à l'Ecole militaire) a observé le commencement de l'éclipse à $8^{h}.13'.19'',7$, temps moyen.

sixième Mémoire de M. Chevreul, qui a été imprimé dans le Cahier d'août.

Voici les conclusions :

« Cette suite du grand travail par lequel M. Chevreul « soumet les corps gras aux lois chimiques, est digne « des éloges que nous nous sommes empressés de donner « à chaque partie qu'il a présentée successivement à l'A- « cadémie. »

M. de Laplace lit une Note *sur la Vitesse du son.* (*Voy.* le Cahier précédent.)

M. Biot lit une Note *sur l'intonation que rendent les tuyaux d'orgue remplis de différens gaz.* (*Voyez* l'extrait que nous donnons du *Bulletin de la Société philomatique.*)

MM. Bouvard, Biot et Arago font un rapport sur les nouvelles lunettes de spectacle de M. Le Rebours.

M. de Prony lit un Mémoire *sur le rapport de la mesure dite* pouce de fontainier *avec l'once d'eau romaine*, etc. (*Voy.* le Cahier précédent.)

M. Cauchy lit un Mémoire dont l'objet est de prouver qu'une équation quelconque a toujours une racine réelle ou une racine imaginaire de la forme $a+b\sqrt{-1}$.

Séance du lundi 30 *décembre* 1816.

On lit une lettre de M. Svanberg, secrétaire perpétuel de l'Académie de Stockholm, qui annonce qu'il vient de calculer une suite considérable de distances de la polaire au zénith, dont il n'avait pas tenu compte d'abord, quand il publia son ouvrage, à cause de quelques irrégularités de la pendule. Mais un examen plus attentif a prouvé qu'on pouvait tirer un fort bon parti de ces observations, et qu'elles s'accordent bien avec celles qui avaient été précédemment employées, quand on les réduit les unes et les autres avec la nutation calculée en prenant le nœud *moyen* de la lune pour argu—

ment. D'après ces nouvelles recherches de M. Svanberg, l'aplatissement qui résulte de la comparaison du degré de Laponie avec celui de France égale $\frac{1}{305}$.

M. Lucas lit une *Note sur une nouvelle culasse de fusil à chambre*, de son invention. MM. le duc de Raguse, de Prony et Thenard sont chargés de l'examiner.

M. Thibaut communique le rapport qui a été fait à la Classe des Beaux-Arts, sur l'ouvrage du colonel Grobert.

Un Mémoire de M. Fournier *sur le grasseyement* est renvoyé à l'examen de MM. Pinel et Duméril.

M. Gay-Lussac fait un rapport verbal sur la Traduction que M. Robinet a donnée de l'ouvrage de M. John. (*Voyez* page 199.)

Explication des Figures qui se rapportent au Mémoire de M. de Prony.

a b d c, fig. 1re, est le plan ou la projection horizontale du réservoir sous lequel paraissent les bords $a'b'$ et $c'd'$ du récipient indiqué dans les fig. 2 et 3 par la lettre *G*.

On voit, dans cette fig. 1re, les dimensions horizontales des flotteurs *F*, unis ensemble par la barre horizontale *l m*, et l'ouverture supérieure d'un entonnoir *x*, destiné à recevoir l'eau qui s'écoule du réservoir et à la transmettre au récipient inférieur par un tuyau marqué *k* dans les fig. 2 et 3.

La fig. 2 est une coupe verticale de l'appareil faite par l'axe de la barre *l m*; on y voit le profil *a b e f*, et les trois divisions intérieures E', E'', E''' du réservoir; ces divisions sont séparées par les cloisons *r s*, *t u*, dont les

sommets *r* et *t* se trouvent inférieurs d'un décimètre environ à la surface *h h h h* de l'eau.

y y est la plaque de cuivre percée de trous carrés, destinés à recevoir les pièces auxquelles sont adaptés les orifices en minces parois et les ajutages.

La même figure 2 donne les dimensions verticales des flotteurs *F* et du récipient *G*; ce dernier est suspendu à la barre *l m*, qui tient les flotteurs unis par les tringles verticales *l q*, *m p*, assemblées aux extrémités de la barre horizontale *q p*, de manière que *F F G* est un système mobile, tout-à-fait isolé de la caisse fixe *a b e f*, et flottant dans l'eau que renferme cette caisse. Les fig. 2 et 3 représentent ce système flottant dans sa position initiale, c'est-à-dire dans sa position la plus élevée.

La fig. 3 est une coupe transversale et verticale de l'appareil, faite par un plan qui partage en deux parties égales la division du milieu *E''* du réservoir et la plaque de cuivre *y y*; on a reporté sur cette figure les mêmes lettres de renvoi qui désignent les parties correspondantes des deux autres figures, au moyen de quoi elle n'a besoin d'aucune explication. On y voit la coupe de l'entonnoir *x*, et le tuyau *k* qui conduit, dans le récipient *G*, l'eau écoulée du réservoir; le poids du système est ainsi continuellement augmenté de celui de l'eau écoulée, et il en résulte une immersion des flotteurs *F*, *F*, qui maintient le niveau de l'eau *h h h h*, fig. 2, rigoureusement constant; les cloisons *r s* et *t u* assurent le calme du fluide dans l'espace *E''* pendant cette immersion, dont l'effet est de remplacer continuellement la tranche élémentaire supérieure du prisme *h r t h*, à mesure que l'écoulement fait abaisser cette tranche.

Je supprime, pour abréger, la description de l'instrument avec lequel je m'assurais de l'invariabilité du niveau, de celui que j'employais pour mesurer la charge du fluide sur le centre de l'orifice ou sur l'axe de l'ajutage, de l'aréomètre, etc. Un tampon d'une construction particulière, qui servait à boucher les orifices, était disposé de manière qu'en l'élevant ou l'abaissant on faisait partir ou on arrêtait le compteur à demi-secondes qui mesurait le temps. Les physiciens exercés aux expériences suppléeront aisément tous ces détails.

On voit dans les sections verticales que les flotteurs sont fortifiés intérieurement par des armatures de fer destinées à augmenter leur solidité; mais il est bon de remarquer que les changemens de formes auxquels ces flotteurs pourraient être sujets pendant leur immersion, en vertu de la pression de l'eau, ne produiront jamais aucun changement à la hauteur du fluide dans le réservoir, le maintien du niveau de ce fluide dépendant uniquement de l'invariabilité du poids de l'appareil flottant, et des dispositions au moyen desquelles cet appareil se charge continuellement de l eau écoulée à mesure qu'elle sort du réservoir.

Calcul du poids et des dimensions à donner à la partie flottante de l'appareil pour obtenir un déplacement d'environ $\frac{4}{3}$ de mètre cube d'eau.

Je joints à l'explication des figures les résultats de calcul suivans, afin d'épargner l'ennui de ce calcul aux physiciens qui voudront faire construire mon appareil.

Les deux flotteurs *F* et le récipient *G* seront de cuivre laminé de 2 millimètres d'épaisseur. Je me suis

assuré, dans les ateliers de M. Fortin, qu'une planche de cuivre de cette épaisseur et de $\frac{845}{1000}$ de mètre carré en surface pesait 16 kilogrammes; ce qui donne, pour le poids d'un mètre carré, $18^{\text{kilog.}},93$. (Ce poids excède de $1^{\text{kilog.}},354$ celui du même volume de cuivre non laminé, à raison de $8788^{\text{kilog.}}$ le mètre cube.)

Les flotteurs auront chacun $1^{m},05$ de hauteur sur $0^{m},96$ de longueur et largeur horizontales; ce qui donne, pour la surface de la base d'un de ces flotteurs..	m. carr. 0,9216.
Surface de chacune des faces verticales, $1,05\times0,96=1,008$, et pour les 4 faces.....	4,0320.
Surface d'un des flotteurs	4,9536.
Surface des deux flotteurs	9,9072.
Le récipient *G* aura de longueur $2^{m},7$, sur $1^{m},2$ de largeur; ainsi la surface de sa base sera $2,7\times1,2$	3,2400.
Il devra contenir $1^{\text{m. cub.}},50$ d'eau; ainsi sa hauteur sera $=\frac{1,50}{3,24}=0^{m},463$; ce qui, sur $7^{m},8$ de tour, donne une surface des parois verticales $=7^{m},8\times\frac{1,50}{3,24}=$	3,6100.
Surface des flotteurs et de la bache	m. car. 16,7572.
Et ces $16^{\text{m. car.}},7572$, à raison de $18^{\text{kil.}},93$ le mètre carré, donnent un poids de	317,3.
La quantité de fer employée dans la partie flottante de l'appareil peut être évaluée à 18 mètres de fer en barre, de 3 centimètres de grosseur : on a ainsi un volume de $0^{\text{m. cub.}},0009$ de fer par mètre courant, et, pour les 18 mètres, $0^{\text{m. cub.}},0162$; ce qui donne, à raison de 7788 kilog. par mètre cube	126,2.
Poids total de l'appareil flottant........	kil. 443,5.

Ainsi, dans la position initiale, c'est-à-dire, au moment où le récipient *G* ne contient encore aucune quantité d'eau, les deux flotteurs déplacent en somme un volume de $0^{\text{m. cub.}}$,4435 de fluide; et la somme des surfaces de leurs bases étant de $1^{\text{m. cub.}}$,8432, leur immersion sera de $\frac{0,4435}{1,8432}$ =.................. 0^{m},2406.

Leur hauteur totale étant de.......... 1 ,0500,

on aura, pour la hauteur de la partie hors de l'eau dans l'état initial................ 0 ,8094.

Supposons qu'on veuille arrêter l'écoulement lorsque le récipient sera chargé d'une quantité d'eau suffisante pour faire descendre l'appareil, à partir de la position initiale, d'une quantité .... 0 ,7000.

Ce qui laissera encore hors de l'eau une portion de la paroi des flotteurs de....... 0 ,1094.

Les 0^{m},7 d'immersion, à partir de l'état initial, donneront, sur une base de 1^{m},8432, un déplacement de $1,8432 \times 0,7 =$ ...... 1,2901 m. cub.

On pourra ainsi disposer, pour chaque expérience, de près de 1300 litres d'eau; ce qui est un avantage particulier de mon appareil sur ceux dont les physiciens se servent ordinairement.

Le récipient *G*, dont la base est de 3^{m},24, recevant $1^{\text{m. cub.}}$,2901 d'eau, sera rempli sur une hauteur = $\frac{1,2901}{3,24}$ = ... 0^{m},398.

Et comme sa hauteur est de........... 0 ,463.

la surface de l'eau, à la fin de l'expérience, sera inférieure à ses bords de............ 0^{m},065.

Et cette hauteur de 0^{m},065 est suffisante pour prévenir la chute de l'eau hors du récipient.

Résumé des observations météorologiques de l'année 1816.

Température.

Le thermomètre dont on se sert à l'Observatoire royal est exposé au nord, à 8 mètres environ au-dessus du sol, et sur une cage en bois autour de laquelle l'air circule librement. La graduation a été vérifiée par celle d'un excellent instrument construit par M. Gay-Lussac lui-même avec toutes les précautions qui pouvaient en assurer l'exactitude : dans tous nos tableaux, les degrés ont été réduits à ceux de l'échelle centigrade.

Il paraît résulter des recherches récentes de M. de Humboldt, qu'on peut, sans erreur sensible et dans tous les climats, prendre pour température *moyenne* de chaque jour la moyenne des températures extrêmes. Le *minimum* s'observe au lever du soleil; le *maximum* vers 3 heures après midi : la demi-somme des indications du thermomètre, à ces deux instans, pour tous les jours du mois, nous a fourni les nombres qui correspondent verticalement à la dernière colonne de chaque tableau et expriment les températures moyennes des douze mois de l'année. Dans le relevé qui suit, nous avons placé les résultats de 1815 à côté de ceux de 1816. On verra par là que, sous le rapport de la température, ces deux années diffèrent moins qu'on aurait été tenté de le supposer. Les extrêmes du thermomètre, en 1816, ont été : + 28° le 20 juillet, et — 10°,8 le 11 février.

Température des souterrains de l'Observatoire.

L'observation du thermomètre, dans les souterrains, a acquis un grand intérêt depuis que les géomètres ont démontré qu'à une profondeur suffisante, la température, sous chaque latitude, doit être, abstraction faite des causes accidentelles, la moyenne des températures de la surface. Un coup-d'œil sur le tableau suivant prouvera qu'à 28 mètres (85 pieds) au-dessous du sol (ce qui est précisément la profondeur des souterrains de l'Observatoire) les variations diurnes et même les variations annuelles du thermomètre sont tout-à-fait insensibles; l'étendue de l'échelle, dans l'instrument dont on se sert, permet d'apprécier un ou deux millièmes de degré.

A Paris, la moyenne des températures de la surface ne paraît pas surpasser $10^{\circ},6$; celle des caves est de $12^{\circ},1$; il est difficile d'assigner la cause d'une aussi grande différence.

Hygromètre.

Notre hygromètre a été construit par Richer; il est composé de *huit* cheveux disposés de manière à faire parcourir à l'aiguille du cadran une espèce de moyenne entre tous les arcs qu'on aurait observés si chaque cheveu avait agi séparément. L'instrument est à l'ombre et au nord; nous n'avons rapporté dans le tableau ci-joint que les observations de 3 heures après-midi: cette époque est chaque jour, sinon exactement, du moins à très-peu près, et abstraction faite des circonstances accidentelles, celle de la plus grande sécheresse. En recourant aux tableaux détaillés, on remarquera avec étonnement que, dans cette année si pluvieuse, l'hygro-

mètre est néanmoins descendu en avril jusqu'à 34°, le terme de la saturation étant 100°. M. Ramond nous apprend, dans son ouvrage, qu'il n'a vu, même sur les Pyrénées, l'hygromètre au-dessous de 39° que dans des circonstances fort rares.

Sur la quantité de pluie.

On recueille la pluie, à l'Observatoire, dans un récipient cylindrique placé sur la plate-forme du bâtiment, à 30 mètres (90 pieds) au-dessus du sol; elle se rend de là dans un vase de fer-blanc qui est fermé de tous côtés, et où elle ne peut pas éprouver d'évaporation sensible : on a d'ailleurs l'attention de la mesurer peu de temps après qu'elle est tombée.

Par une moyenne entre huit années d'observations comptées à partir de 1809, la quantité annuelle de pluie est pour Paris de 48,46 cent. ($17^{pouc.}$. $11^{lign.}$). Le résultat de cette année égale 54,54 cent. ($20^{pouc.}$. $2^{lign.}$). Celui de 1815 n'avait été que de 45,07 cent. ($16^{pouc.}$. $8^{lign.}$). La pluie recueillie en 1811 surpasse de 4,4 centimètres ($1^{pouc.}$ $7^{lign.}$) celle qui est tombée dans l'année qui vient de s'écouler, et néanmoins le nombre de jours pluvieux n'avait été que de 143, tandis qu'en 1816 on en a compté 167.

Il paraît résulter de quelques expériences faites en Angleterre, que la quantité de pluie est d'autant moins considérable que la jauge dans laquelle on la reçoit est plus élevée au-dessus du sol. Les nouveaux appareils dont l'Observatoire vient de s'enrichir nous mettront à même, l'an prochain, d'apprécier la valeur de ces différences, et, peut-être, d'en assigner la cause.

NOMS des MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne.		TEMPÉRATURE des caves.		HYGR. à 3 h.	PLUIE en centimètres.	
	1816.	1815.	1816.	1811.	1816	1816.	1815.
Janvier..	+2°,6.	−0°,6.	12°,093.	12°,087.		4°,90.	1°,73.
Février..	+ 2,0.	+ 7,3.	12,098.	12,088.	72.	0,60.	3,14.
Mars....	+ 5,6.	+ 9,6.	12,092.	12,090.	69.	4,38.	4,06.
Avril....	+ 9,9.	+10,3.	12,092.	12,093.	55.	1,28	3,03.
Mai.....	+12,7.	+14,7.	12,093.	12,092.	65.	3,80.	2,90.
Juin.....	+14,8.	+16,0.	12,092.	12,092.	63.	5,37.	7,87.
Juillet...	+15,6.	+17,6.	12,092.	12,092.	67.	0,67.	3,19.
Août....	+15,5.	+17,7.	12,092.	12,092.	64.	5,07.	1,50
Septemb.	+14,1.	+15,5.	12,092.	12,091.	71.	6,34.	3,18
Octobre.	+11,8.	+12,2.	12,091.	12,092.	74.	2,06.	6,17
Novemb.	+ 4,1.	+ 3,5.	12,091.	12,086.	81.	4,17	3,67.
Décemb.	+ 3,7.	+ 1,8.	12,091.	12,090.	83.	6,90.	4,63.
Moyennes.	+9,37.	+10,48.	12,092.	12,090.	70.	54,54.	45,07.

Baromètre.

La détermination de la pression moyenne de l'atmosphère, pour chaque lieu de la terre, est l'objet le plus important qu'on puisse se proposer dans l'observation des variations barométriques. En nous occupant de cette recherche, nous avons suivi la marche que M. Ramond a tracée dans l'excellent ouvrage qu'il a publié en 1811. Toutes les hauteurs ont été corrigées de l'effet de la température et réduites à *zéro* en employant $\frac{1}{5412}$ pour le coefficient de la dilatation correspondant à un degré centigrade. On a réuni, dans les colonnes verticales, les observations des mêmes heures, et on a pris les moyennes par décades et par mois. Ces calculs nous ont appris, comme M. Ramond l'avait déjà déduit de ses observations de Clermont, que le baromètre est

sujet, dans nos climats, aussi-bien qu'à l'équateur, à une oscillation diurne périodique dont la marche, souvent masquée par les variations accidentelles, devient saillante lorsqu'on combine assez d'observations pour compenser les effets fortuits des causes perturbatrices. On trouve ainsi que le mercure est à sa plus grande élévation à 9 heures du matin, et qu'il descend ensuite jusque vers 3 heures après midi : après cette époque, il remonte, atteint son second *maximum* à 9^h ou 10^h du soir, et redescend une seconde fois pour présenter, le jour suivant, le même phénomène. S'il était permis de compter, dans le court intervalle d'une année, sur l'exacte compensation des variations accidentelles, il résulterait des moyennes des différentes heures qu'on a réunies dans le tableau ci-joint, que l'oscillation diurne diminue d'amplitude à mesure que la latitude augmente : en effet, sous l'équateur, l'étendue de cette espèce de marée atmosphérique s'élève à *deux* millimètres, d'après les recherches de M. de Humboldt; trois années d'observations à Clermont-Ferrand (latitude 45°.47′) ont donné *un* millimètre à très-peu près (*voyez* l'ouvrage de M. Ramond, page 86); tandis qu'à Paris elle n'atteindrait pas tout-à-fait *sept dixièmes* de millimètre. Des observations ultérieures résoudront ce doute : celles dont nous présentons ici le résumé prouvent déjà que les hauteurs qui correspondent aux diverses heures du jour diffèrent assez sensiblement les unes des autres pour que le choix ne soit pas arbitraire, comme M. Ramond l'a déjà remarqué, lorsqu'on se propose de déterminer la pression moyenne de l'atmosphère dans un lieu donné.

Tableau de la marche moyenne du baromètre en 1816.

MOIS.	9 HEURES du matin.	MIDI.	3 HEURES du soir.	9 HEURES du soir.
	m.m.	m.m.	m.m.	m.m.
Janvier....	752,61.	752,19.	752,06.	752,16.
Février....	756,71.	756,71.	755,92.	756,21.
Mars.....	753,88.	753,79.	753,02.	753,27.
Avril......	749,92.	749,64.	749,06	749,18.
Mai.......	753,50.	753,40.	752,96.	753,51.
Juin......	755,21.	754,94.	754,56.	754,62.
Juillet....	751,22.	751,05.	750,67.	750,91.
Août......	756,70.	756,29.	755,68.	756,03.
Septembre.	756,21.	756,11.	755,66.	756,35.
Octobre...	754,37.	754,15.	753,39.	753,68.
Novembre.	753,52.	753,64.	753,53.	754,03.
Décembre..	755,68.	755,46.	754,95.	755,12.
Moyennes.	754,13.	753,94.	753,45.	753,76.

Remarques.

Il y a eu, cette année, à Paris, 167 jours de pluie (le seul mois de juillet en a offert 26); il a gelé 71 fois et neigé 13; il est tombé du grésil ou de la grêle 19 fois, réparties sur 9 mois. On a remarqué 10 orages accompagnés de tonnerre. Le vent a soufflé du nord 12 jours; du nord-est 51; de l'est 24; du sud-est 24; du sud 52; du sud-ouest 83; de l'ouest 84, et du nord-ouest 36.

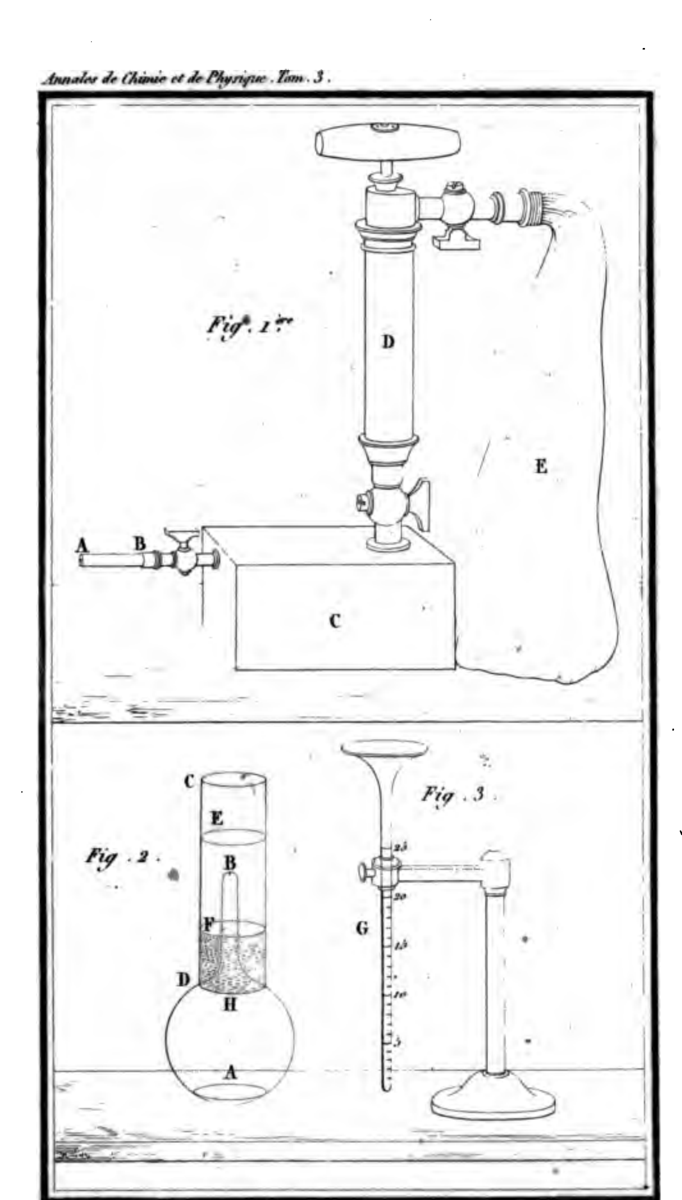
Le 12 octobre 1816, à 3 heures après midi, l'aiguille aimantée déviait, vers l'ouest, de 22°.25'. Le 6 octobre 1816, à midi, l'inclinaison mesurée avec une aiguille dont on a retourné les pôles pour compenser les effets des défauts d'équilibre, était de 68°.40'.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	772,67	+ 0,5	87	772,54	+ 2,7	73	772,17	+ 3,0	61	772,40	+ 1,3	72	+ 3,0	— 0,1	Beau.	N. E.
2	771,13	0,0	86	771,70	+ 2,1	72	769,65	+ 2,8	70	769,49	+ 0,7	89	+ 2,8	— 0,8	Couvert.	N. E.
3	768,96	+ 2,4	94	768,55	+ 4,4	92	768,00	+ 4,4	95	768,15	+ 4,0	94	+ 4,4	+ 1,9	Très-couvert.	N. O.
4	767,74	+ 4,2	92	767,25	+ 5,9	82	766,47	+ 5,9	86	766,25	+ 4,4	94	+ 5,9	+ 4,0	Nuageux.	N. E.
5	764,07	+ 3,5	80	762,66	+ 4,2	72	760,51	+ 3,2	74	756,00	+ 1,1	85	+ 4,3	+ 0,7	Couvert.	S. E.
6	752,50	+ 3,9	92	752,44	+ 7,1	80	751,37	+ 6,5	84	748,00	+ 4,8	94	+ 7,1	+ 4,0	Couvert.	O. S. O.
7	748,31	+ 4,0	88	750,22	+ 6,0	72	750,96	+ 6,0	74	752,18	+ 2,7	94	+ 6,0	+ 2,5	Beau.	N. O.
8	751,40	+ 3,2	93	751,85	+ 4,0	92	752,32	+ 5,7	91	753,97	+ 4,0	93	+ 5,8	+ 2,5	Couvert.	S.
9	754,79	0,0	92	753,70	+ 1,4	92	751,38	+ 2,4	92	749,57	+ 1,9	92	+ 2,5	— 0,5	Brouillard.	S. S. E.
10	748,93	+ 3,1	92	750,34	+ 7,0	83	751,88	+ 6,2	83	750,04	+ 5,2	89	+ 7 0	+ 2,0	Très-couvert.	O.
11	746,80	+ 8,5	90	744,70	+10,0	82	744,58	+ 6,5	86	750,78	+ 3,8	86	+10,0	+ 3,5	Pluie.	S. O.
12	748,84	+ 4,5	94	745,71	+ 6,6	94	739,95	+ 8,0	94	738,84	+13,1	92	+13,1	+ 3,5	Pluie abondante.	S.
13	740,78	+ 9,7	83	743,40	+ 9,1	75	744,60	+ 8,1	71	744,68	+ 5,7	87	+10,2	+ 5,6	Couvert.	O.
14	748,27	+ 3,5	93	749,19	+ 5,1	83	750,38	+ 5,7	80	747,16	+ 5,0	91	+ 5,7	+ 3,2	Nuageux et voilé.	S. O.
15	739,62	+ 8,0	91	740,59	+ 9,9	72	740,43	+ 9,2	74	743,30	+ 5,1	84	+ 9,9	+ 5,0	Nuageux.	O. S. O.
16	747,98	+ 2,7	92	748,82	+ 6,0	84	749,13	+ 6,5	79	750,83	+ 3,5	90	+ 6,5	+ 2,2	Légers nuages.	O.
17	748,43	+ 5,2	94	745,95	+ 9,7	94	744,72	+11,9	94	746,20	+ 9,1	92	+11,9	+ 4,2	Pluie fine.	S. O.
18	743,97	+ 6,1	93	744,15	+ 8,9	87	744,13	+ 8,7	87	746,81	+ 5,0	95	+ 8,9	+ 5,0	Nuageux.	O.
19	757,32	+ 1,1	70	758,45	+ 3,0	70	758,69	+ 3,5	76	760,04	+ 1,8	84	+ 3,5	+ 0,7	Couvert.	N.
20	767,12	— 1,9	79	767,12	— 0,2	63	766,75	+ 0,1	53	767,56	— 2,9	64	+ 0,1	— 2,9	Légers nuages.	N. E.
21	765,52	— 4,2	77	763,57	— 2,4	67	762,90	— 2,4	69	761,52	— 3,5	76	— 2,4	— 5,6	Petits nuages.	N. E.
22	760,44	— 7,0	88	760,22	— 4,4	81	760,78	— 4,2	79	763,20	— 5,4	78	— 3,5	— 8,0	Couvert.	N. E.
23	764,64	— 6,7	90	763,67	— 3,2	81	762,83	— 1,2	94	761,33	+ 1,5	92	— 1,2	—10,0	Nuageux.	S. O.
24	758,13	+ 2,5	93	757,45	+ 4,7	93	756,88	+ 4,8	94	766,29	+ 4,7	94	+ 4,8	+ 1,7	Couvert.	S. O.
25	755,77	+ 4,6	92	755,91	+ 6,1	93	755,57	+ 6,1	93	755,53	+ 4,0	93	+ 6,1	+ 4,0	Quelques éclaircies.	S. O.
26	754,46	+ 4,1	93	753,18	+ 6,0	89	751,86	+ 5,7	87	751,37	+ 4,7	91	+ 6,0	+ 4,0	Couvert.	S. O.
27	750,97	+ 6,0	92	750,67	+ 7,7	89	750,39	+ 7,7	89	752,95	+ 3,3	93	+ 7,8	+ 2,2	Couvert.	S. O.
28	760,08	+ 0,5	94	760,16	+ 3,2	88	759,91	+ 4,1	89	757,27	+ 3,7	92	+ 4,1	— 1,0	Beau.	S O.
29	752,61	+ 7,7	89	752,65	+ 9,7	92	753,22	+11,2	92	757,25	+ 6,7	94	+11,2	+ 6.0	Couvert.	S. O.
30	758,25	+ 6,4	94	757,58	+ 7,5	87	756,07	+ 7,6	92	755,33	+ 6,9	91	+ 7,6	+ 6,0	Couvert.	S S. E.
31	755,73	+ 8,2	93	754,87	+10,3	91	754,94	+ 9,6	92	754,52	+ 7,8	94	+10,3	+ 7,7	Couvert.	S. O.
1	760,05	+ 2,5	90	760,12	+ 4,5	81	759,47	+ 4,6	81	758,61	+ 3,0	90	+ 4,9	+ 1,6	Moyennes du 1 au 10.	
2	748,91	+ 4,7	88	748,81	+ 6,8	80	748,34	+ 6,8	79	749,62	+ 4,9	86	+ 8,0	+ 3,0	Moyennes du 11 au 20.	
3	767,87	+ 2,0	90	757,27	+ 4,1	86	756,88	+ 4,4	88	756,94	+ 2,9	90	+ 4,6	+ 0,6	Moyennes du 21 au 31.	
	755,68	+ 3,0	89	755,46	+ 5,1	82	754,95	+ 5,3	83	755,12	+ 3,6	89	+ 5,8	+ 1,7	Moyennes du mois.	+ 3,7.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU TOME TROISIÈME.



Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

ences.

